

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

Костић Г. Милош

**Конструисање једноцилиндричног компресора
и алата за његово испитивање**

мастер рад

Крагујевац, 2012.

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Дипломске академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Индустијски дизајн

Број индекса: 356/2010

Костић Г. Милош

Конструисање једноцилиндричног компресора и алата за његово испитивање

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Лозица Ивановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да проучи доступну литературу у писаном и електронском облику из области компресора. На основу прикупљених и систематизованих података треба да размотри све аспекте значајне за функцију компресора, радна својства конструкције, технолошка својства конструкције и економске услове. На крају, кандидат треба да обави детаљно конструисање једноцилиндричног компресора и алата за његово испитивање у CAD софтверу, и да као резултат тога добије цртеже склопа комплетне конструкције.

Препоручена литература:

- [1] Индустија хидраулике и пнеуматике Прва петолетка Трстеник, А.Д. Кочна техника, : *Каталог производа кочионе технике*, Трстеник, 2012.
- [2] Кузмановић С.: *Индустријски дизајн*, Факултет техничких наука, Нови Сад 2010.

Крагујевац, јул 2012

ментор:

Проф. др Лозица Ивановић, ванр. проф.

САДРЖАЈ

САДРЖАЈ.....	<i>i</i>
РЕЗИМЕ.....	<i>iv</i>
ЛИСТА СЛИКА.....	<i>v</i>
ЛИСТА СИМБОЛА.....	<i>vii</i>
1. УВОД.....	1
1.1 ЗАДАТАК.....	1
1.2 ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ.....	1
1.3 ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА.....	2
2. ФУНКЦИЈА КОМПРЕСОРА.....	4
2.1 ПОЈАМ И ПРИМЕНА КОМПРЕСОРА.....	4
2.2 ПОДЕЛА КЛИПНИХ КОМПРЕСОРА.....	5
2.3 ПРИНЦИП РАДА КЛИПНИХ КОМПРЕСОРА.....	6
2.3.1. ЦИКЛУСИ КЛИПНИХ КОМПРЕСОРА.....	7
2.3.1.1. Теоријски циклус једностепеног компресора.....	7
2.3.1.2. Стварни циклус (индикаторски дијаграм) клипног компресора.....	9
2.3.1.3. Коефицијент испоруке.....	10
2.4 ОСНОВНИ ДЕЛОВА И УРЕЂАЈИ КОМПРЕСОРА.....	12
2.4.1. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ И УРЕЂАЈИ КОМПРЕСОРА.....	12
2.4.1.1 Клип.....	14
2.4.1.2 Клипне карике.....	14
2.4.1.3 Осигурач (ускочни прстен).....	15
2.4.1.4 Осовиница клипа.....	16
2.4.1.5 Клипњача.....	16
2.4.1.6 Коленасто вратило.....	17
2.4.1.7 Цилиндарска глава.....	18
2.4.1.8 Цилиндарска кошуљица.....	19
2.4.1.9 Кућиште (картер).....	19
2.5 УРЕЂАЈИ (ОПРЕМА) КОМПРЕСОРА.....	20
2.5.1 Систем развођења радне материје.....	20
2.5.2 Систем за подмазивање.....	21
2.5.3 Системи регулисања.....	22
2.5.4 Систем хлађења.....	22

2.5.5 Регулисање компресора.....	23
2.5.6 Контролни инструменти и уређаји.....	24
3. ТЕОРИЈА ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА.....	25
3.1 ОСНОВНЕ ЕТАПЕ И АКТИВНОСТИ ТОКОМ ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА.....	25
3.2 ОСНОВНЕ ЕТАПЕ ТОКОМ ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА.....	26
3.2.1 Технички задатак.....	26
3.2.2 Конципирање конструкције.....	26
3.2.3 Разрада конструкције.....	26
3.3 ОСНОВНЕ АКТИВНОСТ ТОКОМ ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА.....	27
3.3.1 Истраживања.....	27
3.3.2 Стварање идеја.....	27
3.3.3 Анализа и синтеза.....	27
3.3.4 Испитивања и провере.....	28
4.0 РАЗРАДА КОНСТРУКЦИЈЕ ЈЕДНОЦИЛИНДРИЧНОГ КОМПРЕСОРА И АЛАТА ЗА ЊЕГОВО ИСПИТИВАЊА.....	29
4.1 ЈЕДНОЦИЛИНДРИЧНИ КОМПРЕСОР.....	30
4.1.1 КУЋИШТЕ.....	31
4.1.2 КОЛЕНАСТО ВРАТИЛО.....	32
4.1.3 КЛИПЊАЧА.....	33
4.1.4 КЛИП.....	33
4.1.5 ЦИЛИНДАР.....	35
4.1.6 ВЕНТИЛСКА ПЛОЧА.....	36
4.1.7 ГЛАВА ЦИЛИНДРА.....	37
4.2 АЛАТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ КОМПРЕСОРА.....	38
4.2.1 РАДНА ПЛОЧА.....	38
4.2.2 БОЧНА ПЛОЧА.....	39
4.2.3 НОСЕЋА ПЛОЧА.....	39
4.2.4 ЧАУРА.....	39
4.2.5 ХВАТАЧ.....	40
4.2.6 ВРАТИЛО.....	40
4.2.7 РЕМЕНИЦА.....	41
5.0 УПУТСТВО ЗА ИСПИТИВАЊЕ КОМПРЕСОРА.....	42

6.0 ИНДУСТРИЈСКИ ДИЗАЈН.....	49
6.1 ДИЗАЈН КУЋИШТА.....	49
6.2 ДИЗАЈН КЛИПЊАЧЕ.....	50
6.3 ВЕНТИЛСКА ПЛОЧА.....	52
7.0 ЗАКЉУЧАК.....	53
ЛИТЕРАТУРА.....	54

КОНСТРУИСАЊЕ ЈЕДНОЦИЛИНДРИЧНОГ КОМПРЕСОРА И АЛАТА ЗА ЊЕГОВО ИСПИТИВАЊЕ

CONSTRUCTION OF SINGLE CYLINDER COMPRESSOR AND TOOLS FOR ITS TESTING

Костић Милош

Факултет инжењерских наука , ул. Сестре Јањић 6, Крагујевац

Резиме: Овим радом извршено је целокупна анализа као и конструисање модерног дизајна склопа једноцилиндричног компресора и алата за његово испитивање коришћењем CAD софтвера. Рад сачињава неколико сегмената који јасно описују приступ и модеран начин извршавања задатка конструктора, при чему се на једноставан начин било ко може упознати са идејама и конструктивним решењима конструктора и дизајнера, што у многоструком данашње време олакшава и убрзава процес конструисања као и производњу и даљи пласман производа на тржиште.

Кључне речи: Једноцилиндрични компресор, алат за испитивање, конструисање, дизајн

Abstract: This paper contains the overall analysis, as well as construction of the modern design of assembly of a single cylinder compressor and tools for its testing using the CAD software. The paper consists of several segments which clearly describe the approach and a modern way of completing a constructor's task, and anybody can easily get acquainted with the ideas and constructive solutions of the constructor and designer, which in these modern times greatly simplifies and accelerates the construction process, as well as the production process and further placement on the market.

Key words: Single cylinder compressor, tools for testing, construction, design

ЛИСТА СЛИКА

Сл.	Стр.
1.1 Систем високог притиска	3
2.1 Дијаграм за избор типа компресора	6
2.2 Шема компресора	6
2.3 Теоријски циклус компресора	7
2.4 Дијаграм једностепеног компресора	8
2.5 Шема компресора са елементима	12
2.6 Елементи клипне групе, 1) клип, 2) клипне карике, 3) клипне карике, 4) осигурач (ускочни прстен), 5) осовиница	13
2.7 Примери изведених клипова а) олакшани клип са отворима за 3 карике, б) клип пуног попречног пресека са отвором за тефлонску карику	14
2.8 Карике	15
2.9 Клипњача клипног компресора	17
2.10 Коленасто вратило	18
2.11 1) цилиндарска глава са воденим хлађењем, 2) цилиндарска глава са ваздушним хлађењем	18
2.12 1) цилиндар без цилиндарске кошуљице, 2.) цилиндар са цилиндарском кошуљицом	19
2.13 1) конструкција «блок-картер» компресора примењена код малих компресора, 2) конструкција кућишта V компресора	20
3.1 Процес конструисања	25
4.1 Изглед концепције једноцилиндричног компресора са алатом за његово испитивање: 1- Једноцилиндрични компресор, 2- Алат за испитивање компресора	29
4.2 Пресек компресора: 1 – кућиште компресора; 2 – поклопац кућишта; 3 – коленасто вратило; 4 – лежишна места коленастог вратила; 5 – клипњача; 6 – клип; 7 – цилиндар; 8 – ламела; 9 – глава цилиндра и 10 - спојни елементи	30
4.3 Кућиште	31
4.4 Поклопац кућишта	32

4.5	Вратило	33
4.6	Клипњача	33
4.7	а) клип са осовиницом и клипним прстеновима, б) и клипњачом	34,35
4.8	Цилиндар	35
4.9	а) вентилска плоча, б) фиксирање ламеле чивијама и металном заптивком	36
4.10	Глава цилиндра а) спољашњи изглед, б) унутрашњи изглед главе	37
4.11	1) радна плоча, 2) бочна плоча, 3) носећа плоча, 4) чаура, 5) центраж, 6) хватач, 7) вратило, 8) ременица, 9) повлакач	38
4.12	Радна плоча	38
4.13	Бочна плоча	39
4.14	Носећа плоча	39
4.15	Чаура	40
4.16	Хватач	40
4.17	Вратило	41
4.18	Ременица	41
4.19	Склоп алата за испитивање	42
4.20	Рендеровани приказ 3Д модела, једноцилиндричног компресора са алатом за његово испитивање	42
6.1	Компресори производње Прве петолетке	49
6.2	а) изгледи постојећих стандардних кућишта, б) предлог нових конструкционих решења	50
6.3	Клипњаче на стандардним компресорима	50
6.4	Клипњача израђеног модела	51
6.5	Принцип подмазивања између клипњаче и вратила	51
6.6	Вентили уграђивани у водове главе цилиндра	52
6.7	Вентилска плоча са ламелом	52

ЛИСТА СИМБОЛА

Симбол		Стр.
p	Притисак	4
T	Температура	4
p_1	Притисак усисавања	7
p_2	Притисак потиска	7
V_1	Запремина усисавања	7
W_1	Рад при усисавању	8
W_k	Рад компресије	8
W_2	Рад при истискивању	8
W_m	Укупан рад компресора	8
T_1	Температура при усисавању	8
T_2	Температура при истискивању	8
V_s	Запремина стварно усисаног медијума	9
C_0	Запремина шкодљивог простора	9
C_1	Губитак услед ширења медијума затвореног у шкодљивом простору	9
C_2	Губитак услед пригушења у усисавању	9
Δp_a	Разлика притисака испод и иза вентила	9
G_s	Количина медијума који компресоре стварно истискује	10
G_{ts}	Количина медија који би потискивао идеални компресор	10
λ	Коефицијент испоруке	10
λ_c	Волуметријски коефицијент услед штетног простора	10
λ_{pr}	Коефицијент испоруке услед пригушивања при усисавању	10
λ_z	Коефицијент испоруке услед загревања	10
λ_n	Коефицијент испоруке услед протицања	10

η_e	Ефективни коефицијент корисног дејства	10
η_i	Индикаторски коефицијент корисног дејства	10
η_m	Механички коефицијент корисног дејства	10
P_t	Снага за погон идеалног компресора	11
η_m	Механички коефицијент корисног дејства	11
P_e	Снага компресора на вратилу	11
P_m	Снага погонског мотора	11
η_{pr}	Коефицијент корисног дејства преносника	11
P_i	Индикаторска снага	11
P_{tr}	Снага потребна за савлађивање трења	11

1. УВОД

1.1 ЗАДАТАК

Компримовани ваздух је највише коришћен флуид за многе индустријске примене. Неке индустрије као што су металургија, хемијска индустрија, цементна индустрија, итд. не могу ни замислити свој рад без употребе компримованог ваздуха.

За сабијање и транспорт гасова и пара служе радне машине које се називају компресори. Компресори припадају топлотним машинама у којима се механичка енергија претвара у потенцијалну енергију збијеног гаса и топлотну енергију.

Овај мастер рад подразумева конструисање једноцилиндричног компресора са побољшаним карактеристикама, као и алата за његово испитивање, дефинисање концепције, израде 3D модела у CAD софтверу и одговарајуће техничке документације.

У складу са дефинисаним задатком, идејно решење је базирано на постојећем конструкционом решењу компресора које се производи у фабрици "Прва петолетка", А.Д. Кочна техника Трстеник. Сама конструкција новог компресора је једноставнија, лакша за израду и монтажу од основне конструкције, док је алат за испитивање компресора конципиран на основу досадашњег искуства и истраживања доступне литературе.

1.2 ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Ако се погледа уназад, видеће се да компресори имају веома дуг историјски развој. Први компресори су се користили за сабијање ваздуха који се користио при изради бронзаних предмета. Ти компресори су били нека врста дувалки и појавили су се 3500 година пре нове ере. У "Илијади" од Хомера (800 година пре нове ере) описана је употреба збијеног ваздуха у ковачници мајстора Геферса. Од тада па на даље расте употреба збијеног ваздуха у разним облицима људског живота.

Производња компресора расте нарочито са развитком металургије у XVIII и XIX веку, а поготово у XX веку када је дошло до развоја аутомобилске и авио индустрије.

Први ауто компресор направио је Готлиб Дајмлер. Овај Немачки инжењер је патентирао пумпу која је омогућавала повећану компресију смесе унутар коморе цилиндара. Тај систем није назвао "турбо пуњач", али оно што је описао у документу је опис рођења првог аутомобилског компресора. Готлиб је свој аутомобилски компресор дизајнирао по угледу на дво-роторни индустријски "помераач ваздуха" који је измишљен и патентиран 40 година раније од стране Френсиса Рутса из Индијане, САД 1860. године. Исти принцип се и данас користи, а одмах затим је и Немачки инжењер Кригар измислио пумпу за ваздух помоћу које се и данас користи у тзв. *Lysholm* компресорима. Убрзо након тога компресори су пронашли велику примену током I Светског Рата у авионским моторима, а после рата Мерцедес 1921. године постиже велики успех тиме што почиње серијску производњу аутомобила који има мотор са турбо компресором. На тркачкој сцени, аутомобили који су користили компресоре имали су много успеха. 1924. године компресори су се појавили у Инду 500, а широм света тркачки аутомобили су масовно користили нову технику повећања снаге мотора. Средином 30тих година прошлог века, Роберт Пакстон МекКулох је направио *MekKuloh Engineering* која је прва специјализована фирма која је правила компресоре који су се користили на моторима у Америчким путничким возилима и то је моменат у коме турбо пуњачи постају оно што су и данас. После II Светског Рата компресори су донели нову живост у спортска такмичења широм света. Алфа Ромео и Британски

Тркачки Мотори (BRM) су користили турбо компресоре на њиховим „*Grand Prix*“ болидима, а на којима је недуго затим њихова употреба и забрањена, док у Инду лиги таквог ограничења није било па су аутомобили са компресорима освојили велики број награда. 50-тих година МекКулох је основао *Pakston Engineering* као посебну фирму која је преузела развој компресора на себе и као циљ је имала прављење јефтиног турбо компресора који би се лако пласирао на широком тржишту. После потрошених 700000\$ и две године тестирања, модел VS57 компресора је био спреман да се представи јавности и то 1953. године. У почетку је функционисао само на Фордовим аутомобилима произведеним 1950. – 1953. године, а 1954. су почели са продајом комплета за скоро све комерцијалне моделе аутомобила који су имали 6 или 8 цилиндара. Након великог успеха тог VS57, *Pakston Engineering* је наставио са прављењем великог броја нових модела.

Компресор који је обрађен у овом раду је компресор за тешка привредна возила, камионе, аутобусе и тракторе, који се уграђују у њихове кочионе системе. [12]

1.3 ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА

Повећањем густине саобраћаја и напретком развоја мотора у индустрији моторних возила, постављају се већи захтеви у погледу кочне инсталације, а тиме стално расту и захтеви у погледу перформанси компресора. Захтевају се виши притисци, већи капацитет при истим спољашњим мерама, виши бројеви обртаја, усаглашени са осталим карактеристикама, мирнији рад и дужи век трајања.

Компресори који раде на вишим притисцима, а за њихов рад није потребан регулатор притиска, називају се самостабилизирајући компресори.

Све до 1959. године на тракторима су уграђиване кочне инсталације, које су биле пројектоване на основу постојећих уређаја. Ти уређаји су се уграђивали на теретним моторним возилима. После 1959. године дошло је до наглог развоја трактора, где се тражило да снага мотора буде већа, трактори лакши и компресор већи. Да би могла да се у потпуности искористи та повећана снага мотора на тракторима су прикључиване веће приколице. Самим тим што је повећана носивост приколице, повећана је разлика између тежине трактора и приколице. Механичке кочнице нису више могле успешно да се користе нити да задовоље све те потребе.

Имајући у виду све ово, компанија ИХП „Прва Петолетка“, Трстеник, дала је решење кочне инсталације, која је била пројектована специјално за примену на тракторским возовима (трактор + приколица). За такву инсталацију употребљен је компресор који се користио на још тежим привредним возилима, камионима и аутобусима. Међутим тада се јавио проблем где сместити резервоар, чије су димензије онемогућавале подесну уградњу.

Једино решење било је повећање притиска, што значи да је било потребно конструисати подесни компресор, али тако да цена коштања не прекорачи неку одређену границу. Тако је настао самостабилизирајући компресор, који на притиску самостабилизације не потискује више ваздуха. У инсталацији је изостављен регулатор притиска, који је неопходан у инсталацији без самостабилизирајућих компресора. Ваздух се потискује у резервоар, где се акумулира и преко редукционог вентила смањује на одређени притисак, а одатле се одводи у остали део инсталације. Цео систем назива се систем високог притиска (Слика 1.1).

1- Компресор	5- Редуциони вентил	9- Ручни коч.вентил
2- Неповратни вентил	6- Манометар	10- Спојничка глава
3- Резервоар за ваздух	7- Приколични кочни вентил	11- Контролни прикључак
4- Вентил за испуштање воде	8- Опружно коло	12- Контролни прикључак

Слика 1.1 Систем високог притиска

При такту сабијања сабија се одређена количина ваздуха и када притисак компресије у цилиндру достигне противпритисак у резервоару почиње потискивање ваздуха у резервоар. Даље се при кретању клипа према СМТ (Спољној мртвој тачки) потискивање врши при константном притиску. [10]

У последњих неколико година, значајни развојни напори посвећени су модификацијама у пројектовању, карактеристикама, производњи и напретку ротационих и клипних, као и динамичких компресора. Неке машине, као што су оне предвиђене за рад са угљен-диоксидом (CO_2), напредовале су до увођења нових и унапређених производа на тржиште. У области компресора, значајан напредак је у новом приступу пројектовању, коришћењу алтернативних расхладних флуида и бројним новим произвођачима. Најважнији и главни елементи успеха произвођача представљају (са аспекта купаца компресора) стабилност испоруке, цена, ниво производње и ефикасност. Додатни елементи, као што су утицај на животну средину, радни опсег, капацитет и величина, једноставност и лакоћа одржавања, могу имати утицаја на пројекат и радне и производне концепте. [6]

2. ФУНКЦИЈА КОМПРЕСОРА

2.1 ПОЈАМ И ПРИМЕНА КОМПРЕСОРА

Компресор је машина која неки гас или пару сабијањем преводи из једног енергетског стања у друго, енергетски вредније стање. Величине које одређују енергетско стање гаса су притисак p и температура T . При компримовању гаса троши се механички рад који се најчешће осигурава електромотором или мотором с унутрашњим сагоревањем. При сабијању се неминовно повећава температура гаса иако то само по себи није циљ.

Сабијени ваздух употребљава се за:

- погон пнеуматских чекића, бушилица и осталих алата,
- пнеуматски транспорт растреситих материјала,
- филтрирање под притиском или вакуумом,
- погон високих пећи за производњу сировог железа,
- погон металуршких пећи у производњи челика и обојених метала итд.

Разноврсност примене условила је разлику у конструкционим решењима компресора, па је у зависности од принципа сабијања извршена основна подела на:

1. Машине кинематског сабијања
2. Машине запреминског сабијања

1. Машине кинематског сабијања

Код ових машина такт сабијања гаса се одвија тако што се прво повећа кинетичка енергија гаса па се та кинетичка енергија гаса у дифузору претвара у притисну. Промена притиска и губитака је сразмерно мала, па се у пракси проток гаса сматра сталним. У ову групу компресора спадају радијални и аксијални компресори, као и струјна пумпе (ејектори).

Од расхладних компресора примењују се :

- Ротациони компресори
- Турбо компресори

Ротациони компресори су погодни за велике радне запремине (од око $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$) али умерене разлике притисака. Зато се данас најчешће користе као компресори у степену ниског притиска (боостер компресори). Из ове групе највише се примењују вијчани компресори (у расхладној техници).

Турбокомпресори се примењују за велике капацитете односно за велике протоке медијума. Претежно се примењују центрифугални турбокомпресори, јер имају боље радне карактеристике. Аксијални турбокомпресори, који имају боље коефицијенте корисног дејства у номиналном режиму рада него центрифугални, примењују се само за врло велике и релативно устаљене потребе потрошача.

За велике капацитете турбокомпресори су најекономичније машине, јер имају мале габарите, потпуно су уравнотежени, мирно и тихо раде, а одржавање је релативно једноставно.

2. Машине запреминског сабијања

Највише се користе клипни компресори, који се производе у широком асортиману до већих индустријских капацитета. Технологија производње оваквих компресора је у свет веома развијена, па су клипни компресори релативно најјефтинији у поменутих областима радних запремина. У односу на друге врсте компресора, клипни компресори

имају највећи број покретних делова изложених хабању, осетљиви су на «течни удар», па им је век трајања краћи. Лако их је одржати, јер су клипне машине опште познате, а резервни делови релативно јефтини и лако се добављају. Са клипним компресорима се могу савладати велики степени сабијања (чак до $p/p_0=100$), који се другим врстама компресора практично не могу савладати. Код ових машина повећање и смањење радне запремине врши се кретањем клипа од СМТ ка УМТ. У ову групу компресора спадају клипни компресори, код којих је кретање клипа праволинијско и ротациони компресори са обртним клиповима.

Без обзира на конструкцијске разлике ових компресора основне карактеристике компресора уопште, представљају:

- ефективни капацитет (проток)
- радни притисак
- број обртаја
- снага потребна за погон компресора. [13]

2.2. ПОДЕЛА КЛИПНИХ КОМПРЕСОРА

Компресори се могу поделити према великом броју својих карактеристика. Најчешће су:

1. У зависности од притиска компресори се деле :

а) вакуум сисалке (пумпе) служе за транспорт гасова и пара из подручја где влада подпритисак у подручје где је притисак углавном атмосферски. Ова врста компресорских машина се данас ретко користи.

б) дувалке (пумпе) се користе за притисак сабијања мањи од 3 бара. Примењују се у металургији и за испирање код двотактних мотора.

ц) компресори ниског притиска се примењују за притисак сабијања од 3 бара до 12 бара. Примењују се код стезних алата, **кочних инсталација**, итд.

д) компресори средњег притиска примењују се за притисак сабијања од 10 бара до 150 бара. Најчешће се користе у хемијској индустрији.

е) компресори високог притиска примењују се за притисак од 200 бара до 2500 бара. Ови компресори се примењују у азотарама за пуњење флаша са гасом под притиском, итд.

2. У зависности од величине протока (капацитета) компресори се деле:

а) мале компресоре до $10 \text{ m}^3/\text{min}$.

б) средње компресоре од 10 до $100 \text{ m}^3/\text{min}$.

ц) велике компресоре од $100 \text{ m}^3/\text{min}$ и више.

3. Према степенима сабијања:

а) једностепени

б) вишестепени

4. Према броју цилиндара:

а) **једноцилиндрични**

б) вишецилиндрични

5. Према хлађењу:

а) са воденим

б) **ваздушним хлађењем**

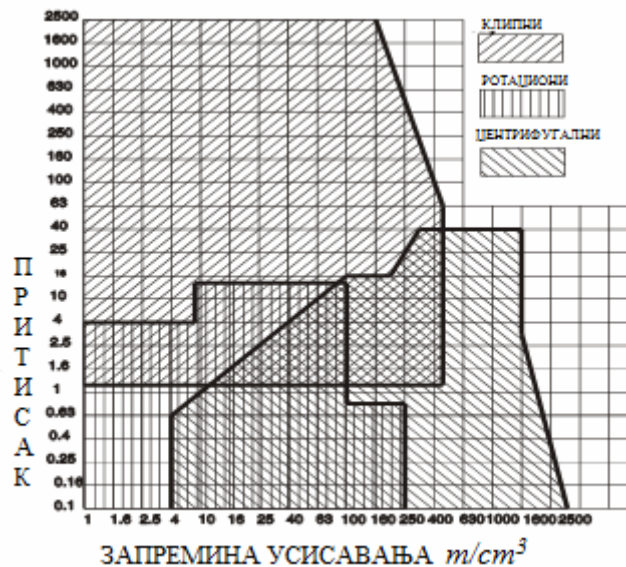
6. Према врсти сабијеног медијума:

а) ваздушни

б) расхладни,

остале поделе ће бити поменуте при опису главних делова. [13]

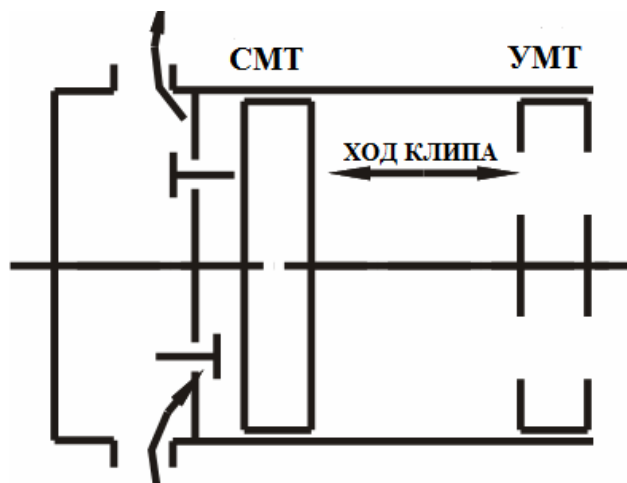
Избор типа компресора може се вршити на основу дијаграма (Слика 2.1).



Слика 2.1 Дијаграм за избор типа компресора

2.3 ПРИНЦИП РАДА КЛИПНИХ КОМПРЕСОРА

Радни простор формиран је од цилиндра у коме ја смештен клип, који својим транслаторно-осцилаторним кретањем мења запремину радног простора у границама њених екстремни вредности. Насупрот клипа, цилиндар је затворен цилиндарском главом, или другим клипом. Из овога се види да су клипне машине назване тако према свом конструкционом елементу клипу, који је главни елемент у реализацији радног циклуса код свих врста клипних машина. Од истог значаја је и цилиндар чији унутрашњи зидови ограничавају радни простор и омогућавају кретање клипа.



Слика 2.2 Шема компресора

На слици 2.2 дата је основна шема компресора и означени су основни елементи и основни појмови везани за радни простор. При раду овакве машине клип се креће осцилаторно-праволинијски од једног од другог крајњег положаја. Сви крајњи положаји клипа називају се »мртвим тачкама«. Када се клип налази у положају коме одговара минимална запремина радног простора, каже се да ја он у спољној мртвој

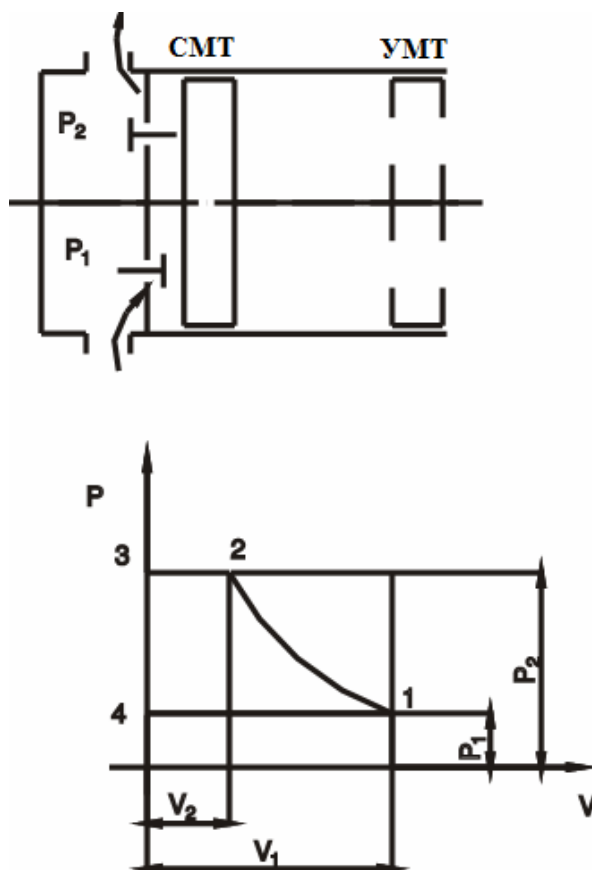
тачки (СМТ), док се при положају коме одговара максимална запремина радног простора он налази у унутрашњој мртвој тачки (УМТ). Померање клипа од једног до другог крајњег положаја назива се ход клипа.

Запремина коју клип опише при свом кретању «ходу» од једне до друге мртве тачке јесте радна запремина цилиндра. Радне запремине свих цилиндара вишецилиндричних клипних машина чине укупну запремину клипне машине. [4]

2.3.1. ЦИКЛУСИ КЛИПНИХ КОМПРЕСОРА

2.3.1.1. Теоријски циклус једноступеног компресора

Компресор је машина којим се гас премешта из једног простора у други у коме је притисак већи. Компресор усисава гас при притиску p_1 , сабија га до притиска p_2 , при коме га потискује у простор притиска p_2 . Циклус компресора обухвата ове набројане процесе.



Слика 2.3 Теоријски циклус компресора

На Слици 2.3 дат је теоријски циклус компресора. При кретању клипа од СМТ ка УМТ гас са стањем $p_1 V_1$ струји у цилиндар и пуни га чиме се количина гаса од стања 0 kg у тачки 4 попне на $G kg$ у тачки 1. При процесу струјања $G kg$ гаса изврши се рад:

$$W_1 = - p_1 V_1 (kgm)$$

При ходу од УМТ ка СМТ врши се компресија гаса од стања $p_1 V_1$ на стање $p_2 V_2$. компресија у теоријском дијаграму може бити изотермска, адијабатска (изентропска)

или политропска са константним експонентом политропе. У току компресије изврши се рад компресије:

$$W_k = \int_2^1 p dV (kgm)$$

По достизању притиска p_2 (тачка 2) при даљем кретању до СМТ истискује се гас, при чему се његова количина смањује од G kg у тачки 2 на 0 kg у тачки 3.

При истискивању извршен је рад:

$$W_2 = p_2 V_2 (kgm)$$

Укупан рад компресора по апсолутној вредности је еквивалентан површини p - V дијаграма - 1234 тј:

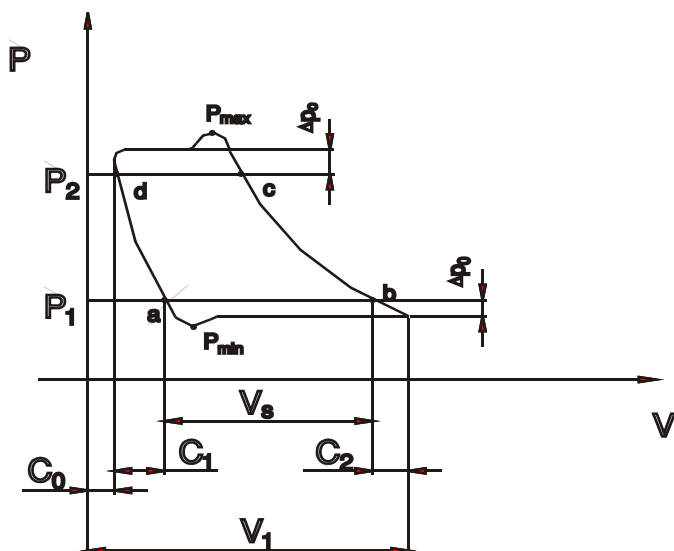
$$W_i = p_2 V_2 + \int_2^1 p dV - p_1 V_1 (kgm)$$

Теоријски циклус компресора базиран је на следећим претпоставкама:

1. Нема шкодљивог простора $V_c=0$, што значи да се сабијени ваздух у потпуности избаци из цилиндра.
2. Нема губитка притиска на улазном и потисном вентилу.
3. Усисавање се врши при константном притиску p_1 и температури T_1 .
4. Избацивање се врши при константном притиску p_2 и температури T_2 .
5. Клип се креће без трења у цилиндарској кошуљици.
6. Нема губитака ваздуха кроз не заптивана места.

2.2.1.2. Стварни циклус (индикаторски дијаграм) клипног компресора

На слици 2.4 дат је индикаторски дијаграм једностепеног компресора.



Слика 2.4 Дијаграм једностепеног компресора

- V_I - теоријска запремина компресора;
 V_s - запремина стварно усисаног медијума;
 C_0 - запремина шкодљивог простора;

C_1 - губитак услед ширења медијума затвореног у шткодљивом простору;
 C_2 - губитак услед пригушења у усисавању.

У ходу усисавања клип се креће од СМТ ка УМТ. Ако претпоставимо да је компресор већ у раду онда је при положају клипа у СМТ шткодљиви простор испуњен гасом на притиску p_2 . У ходу усисавања прво ће се извршити ширење овог заосталог гаса. Ширење се одвија уз измену топлоте различитим интензитетом, па је стварна линија ширења политропа променљивог експонента. Линија ширења ићи ће и испод линије p_1 , и у тачки а) почеће отварање аутоматског вентила, јер је ту постигнута разлика притисака испод и иза вентила Δp_a , која је довољна да савлада вентилску опругу и инерцију вентила. Услед гушења на вентилу који је још у процесу отварања имамо даљи пад притиска до p_{min} . У даљем току процеса усисавања линија притиска има благо осцилаторни карактер али се обично апроксимира правом или слабо испупченом линијом. Ово испупчење на ниже резултат је повећања брзине струјања на вентилу услед повећане брзине клипа на средини хода. У тачки б) завршено је затварање усисног вентила, при чему је $\Delta p_b < \Delta p_a$, због промењених услова струјања у току затварања. После тога следи процес сабијања који се одвија по политропи променљивог експонента. Након достизања и прекорачења притиска $p_2 = const$, који одговара притиску у потисном воду, и то за вредности Δp_c која је зависна од опруге вентила и његове инерције, почеће отварање потисног вентила, па ће се сабијени медијум истискивати у потисни резервоар. Слично као код линије усисавања имаћемо и овде услед повећаног пригушења на делимичном отвореном вентилу пораст притиска од p_{max} . У даљем сабијању притисак нешто опада али остаје стално већи од притиска у простору у који се потискује. Око СМТ клип се веома успорава, зато опада Δp , и при вредности $\Delta p_d < \Delta p_c$, затвориће се потисни вентил чиме је процес истискивања, а и цели циклус завршен.

Аутоматски вентили који се примењују на данашњим компресорима имају то добро својство, штто се времена њиховог отварања и затварања тиче, аутоматски мању промену услова усисавања p_1 и потискивања p_2 . Код вентила са принудним отварањем који су раније примењивани, моменти отварања и затварања остају непромењени.

Код добро димензионисаних вентила и опруга у току усисавања и потискивања вентил треба да буде потпуно отворен, тј ослободен о граничник.

У стварном компресору мора се рачунати са свим овим појавама и због тога ће капацитет компресора односно стварно усисана количина медијума бити мања од оне коју би компресор усисао када би се потпуно искористила она запремина коју опише клип приликом хода усисавања. Исто тако ће и стварно утрошени рад сабијања бити већи од теоријски израчунатог рада сабијања у идеалном компресору. Ова одступања у раду стварног компресора од идеалног, обухваћена су коефицијентом испоруке (одавања) λ , који показује одступање у капацитету стварног компресора Q_0 од идеалног када је код оба компресора радна запремина описана клиповима V_s (m^3/s) иста и ефективним коефицијентом корисног дејства η_e који показује одступање стварно потребне снаге на вратилу компресора у односу на потребну снагу за погон идеалног компресора сведену на 1 kg медијума кога компресор сабија и истискује у кондензатор. У упоредном циклусу се обично узима изетропско сабијање, при чему се паре на улазном прикључку компресора и притисак истискивања на излазном прикључку узимају исти и за идеалне као штто је код стварног компресора. [5]

2.2.1.3. Коефицијент испоруке

Коефицијент испоруке је однос количине медијума који компресоре стварно истискује G_s према количини медија који би потискивао идеални компресор G_{ts} исте запремине цилиндра.

$$\lambda = \frac{G_s}{G_{ts}}$$

Коефицијент испоруке се може, за разне услове рада посматраног компресора, израчунати само оријентационо, што је јасно ако имамо у виду апроксимације и упрошћења коју смо увели при анализи његових саставних чланова. При пројектовању неке инсталације најбоље је послужити се подацима за λ за дати компресор, који се могу добити од произвођача компресора. При конструисању новог компресора користе се и постојећи подаци за већ изведене компресоре сличне конструкције и зависи од:

$$\lambda = \lambda_c \lambda_{pr} \lambda_z \lambda_n$$

λ_c - волуметријски коефицијент услед штетног простора

λ_{pr} - коефицијент испоруке услед пригушивања при усисавању

λ_z - коефицијент испоруке услед загревања

λ_n - коефицијент испоруке услед протикања.

Волуменски коефицијент услед штетног простора λ_c , у поређењу са осталим коефицијентима који сачињавају коефицијент испоруке λ , има обично најмању вредност, и највише варира од односа усисног и потисног притиска.

Ако се једном компресору мења број обртаја, мања се и вредност коефицијента испоруке λ , при повећању броја обртаја, повећавају се и вредности коефицијента испоруке услед загревања и протикања λ_z и λ_n , а смањује коефицијент испоруке услед пригушивања λ_{pr} . За сваки компресор постоји оптималан број обртаја за који се добија највећа вредност коефицијента испоруке.

Код вишестепених компресора мора се за сваки степен посебно рачунати коефицијент λ . При томе је код нижих степена λ нешто нижи (5%-10%) углавном због неповољнијег односа притисака усиса и потиса као и већег загревања радног медијума.

Ефективни коефицијент корисног дејства η_e је однос рада утрошеног на сабијање 1 kg расхладног флуида на вратилу идеалног и стварног компресора. η_e можемо рашчланити и изразити као производ индикаторског коефицијента корисног дејства η_u и механичког коефицијента корисног дејства η_m

$$\eta_e = \eta_u \eta_m$$

Индикаторски коефицијент корисног дејства η_i је однос утрошеног рада за сабијање 1 kg расхладног флуида у идеалном компресору и индицираног утрошка рада за сабијање 1 kg расхладног медијума у стварном компресору l_i :

$$\eta_i = \frac{l}{l_i}$$

ако стварни компресор треба да усисава и сабија G_s (kg/s) медијума, онда је теоријски потребна снага за погон идеалног компресора који би усисавао и сабијао ову количину паре, као што смо видели:

$$P_t = G_s l_i (W)$$

Ако знамо индикаторски степен корисности компресора, онда можемо израчунати и потребну индикаторску снагу:

$$P_i = \frac{P_t}{\eta_i} (W)$$

Индикаторски коефицијент испоруке η_i је мањи што су већи губици услед отпора струјања у уисним и потисним вентилима и што је веће загревање медијума у компресору, јер се тада смањује λ . Губици услед протицања такође смањују η_i . Промена штетног простора у неком компресору, при иначе истим осталим условима, практично не утичу на η_i .

Механички коефицијент корисног дејства η_m узима у обзир механичке губитке услед трења у компресору. η_m је однос индикаторске снаге P_i према ефективно потребној снази за погон компресора на вратилу P_e :

$$\eta_m = \frac{P_i}{P_e}$$

Вредности за η_m зависе од конструкторских особина компресора, квалитета израде и монтаже као и од општег стања машине. Према подацима испитивања η_m се креће од 0,9 до 0,93 за вертикалне компресоре и од 0,8 до 0,85 за вишестепене хоризонталне као и за мале брзоходне компресоре.

Ако је погон компресора остварен каишним преносом, онда се код одређивања потребне снаге погонског мотора мора узети у обзир и губитак енергије у преносу. Ако са P_m обележимо снагу погонског мотора, онда се овај губитак обухвата коефицијентом корисног дејства преносника η_{pr} :

$$\eta_e = \frac{P_e}{P_m}$$

Практичне вредности за η_{pr} = 0,95 до 0,98. При избору електромотора за погон компресора номинална снага се бира увек за 15 до 20% већа од израчунате, да би се имала потребна резерва за случајеве преоптерећења. Ово се односи на једностепене компресоре, док се код двостепених компресора ова резерва узима 30 чак и 40% за прелаз режим рада када компресор ради са вишим температурама испаравања од нормално предвиђених.

Ефективну снагу потребну за погон компресора P_e можемо изразити и као збир индикаторске снаге P_u и снаге потребне за савлађивање трења P_{tr} :

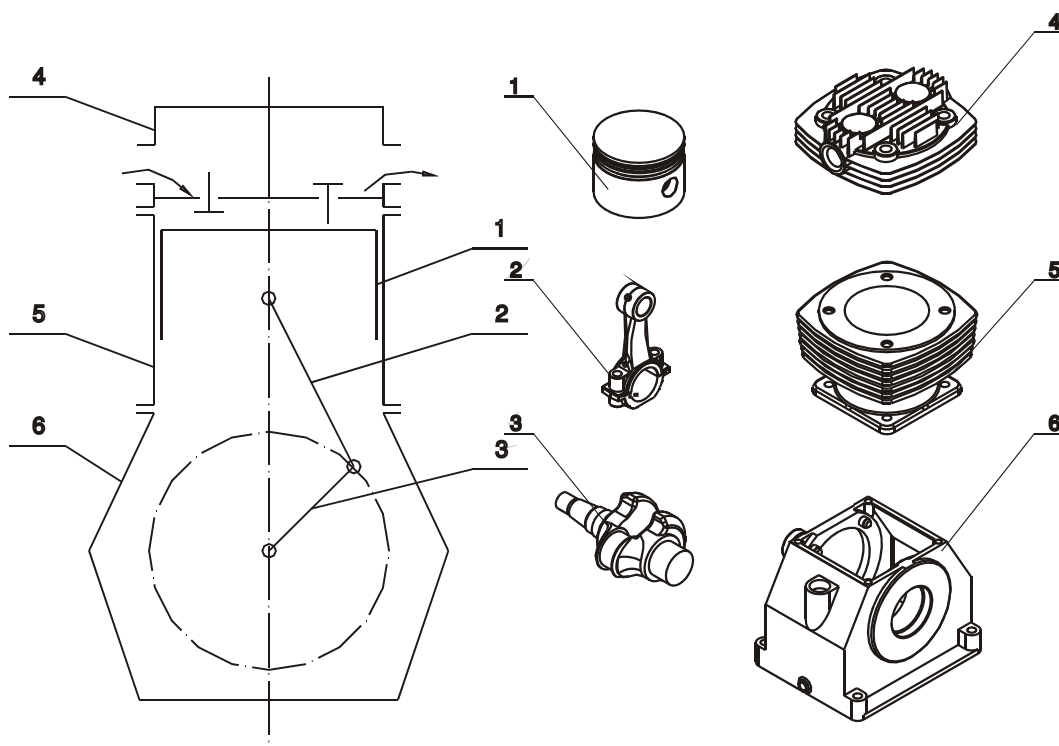
$$P_e = P_u + P_{tr} [9].$$

2.4 ОСНОВНИ ДЕЛОВИ И УРЕЂАЈИ КОМПРЕСОРА

Основни елементи свих компресора у погледу функције а донекле и у погледу конструкционог облика у суштини су исти. Што се тиче уређаја компресора, постоје уређаји који су у погледу улоге и функције слични за све врсте компресора, док су други својствени само одређеној врсти компресора.

2.4.1. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ И УРЕЂАЈИ КОМПРЕСОРА

На слици 2.5 дата је шема компресора на којој су назначени њени основни елементи. У стварном компресору ти елементи нису тако једноставни, већ су конструкционо оформљени сходно задацима које врше и према условима рада. Зато ће се сматрати да назначене позиције не значе само основни елемент за који су везане, већ групу елемената који обезбеђују беспрекорну функцију те групе.



Слика 2.5 Шема компресора са елементима

Према томе назначене позиције значе:

1. клипна група: клип, клипне карике. Осовиница клипа, осигурачи осовинице. Код машина са укрсном главом овде би смо могли уврстити и клипну полугу и укрсну главу;
 2. клипњача са лежиштем мале и велике песнице;
 3. коленасто вратило са ослоначким лежиштима, против теговима и замајцем. Елементи клипне групе, клипњаче и коленастог вратила спадају у функционални склоп клипног механизма. Ови делови су у току рада машине покретни;
- У непокретне основне делове клипне машине спадају:
4. цилиндарска глава;
 5. цилиндарски блок са цилиндарском кошуљицом;

6. компресорска кућица или картер, која се обично састоји из горњег и доњег дела компресорског кућишта.

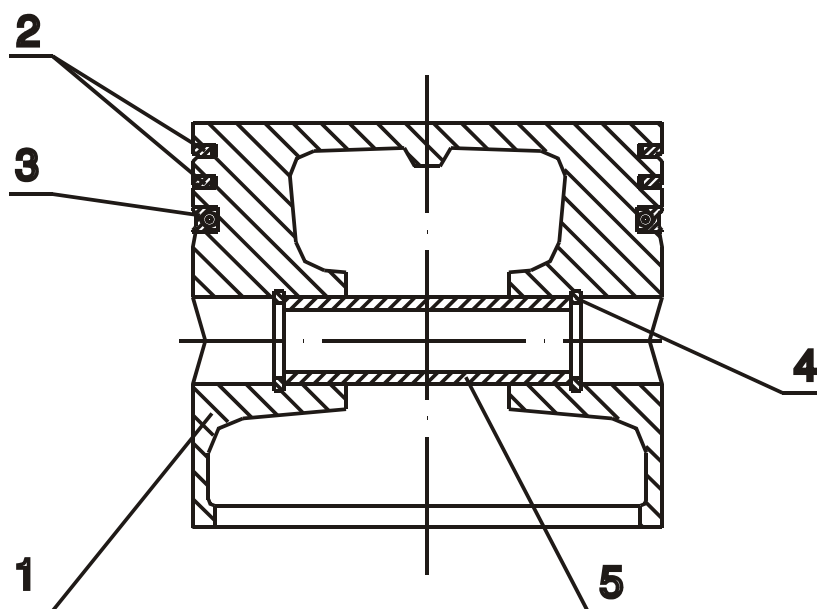
Компресор састављен из горе наведених елемената не би могао да функционише. Зато, зависно од врсте компресора, компресор мора да буде опремљен већим или мањим бројем помоћних уређаја-система, који обезбеђују њено правилно функционисање у дуготрајном раду под различитим условима експлоатације. [14]

На слици 2.5 шематски су означени разводни органи, који припадају систему развођења радне материје. Ми ћемо под овом позицијом назначити све главне уређаје компресора. При томе су неки системи својствени свим врстама компресора док се неки примењују на неким или само једној врсти компресора.

Као заједнички свим врстама јављају се:

- a. систем развођења радне материје
- b. систем подмазивања
- c. систем хлађења,

У даљем излагању биће дат кратак опис појединих елемената и уређаја. Елементи клипне групе су (Слика 2.6):



Слика 2.6 Елементи клипне групе, 1) клип, 2) клипне карике, 3) клипне карике, 4) осигурач (ускочни прстен), 5) осовина

2.4.1.1 Клип

Клип код клипних машина има следеће задатке:

- прима силу од притиска радне материје као и силу инерције сопствене масе и преко осовине преноси је на клипњачу а ова на коленасто вратило,
- уз помоћ заптивних клипних прстенова врши заптивање радних простора компресора.
- уз помоћ уљних клипних прстенова обезбеђује се подмазивање сопственог склопа са цилиндарском кошуљицом.

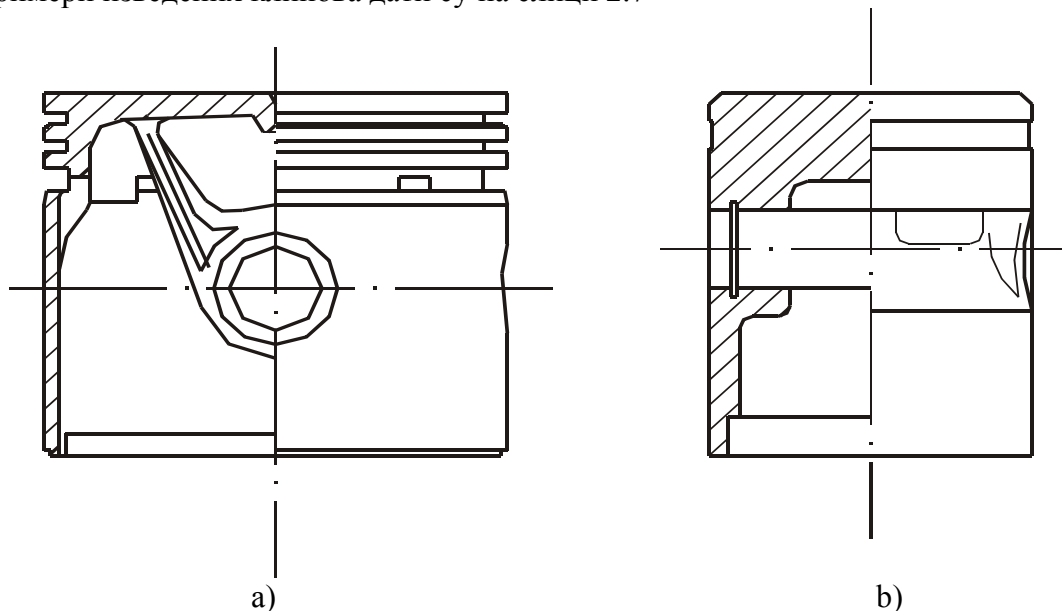
- код компресора, клип својим челом прима извесну количину топлоте, и његова конструкција мора омогућити преношење те топлоте на расхладно средство да не би дошло до прегревања клипа.

При конструкционом оформљењу клипа, мора се водити рачуна о целом комплексу утицаја који су често противуречни.

Материјал за израду клипа је готово код свих клипних машина ливено грожђе одговарајућег квалитета. Оно је погодно због добрих особина клизања, има повољну чврстоћу и при повишеним радним температурама, мањи коефицијент топлотног ширења те је мањи зазор између клипа и цилиндарске кошуљице, која је такође од ливеног гвожђа. Неповољна му је особина велика специфична тежина, па се олакшање клипа врши применом лакших материјала (бронзе) или олакшањем попречног пресека клипа, при чему се мора водити рачуна о неправилном ширењу олакшаног клипа услед термичких дилатација. [4]

У неким варијантама клип може имати у себи уграђен и усисни вентил.

Примери изведених клипова дати су на слици 2.7



Слика 2.7 Примери изведених клипова а) олакшани клип са отворима за 3 карике, б) клип пуног попречног пресека са отвором за тefлонску карику.

2.4.1.2 Клипне карике

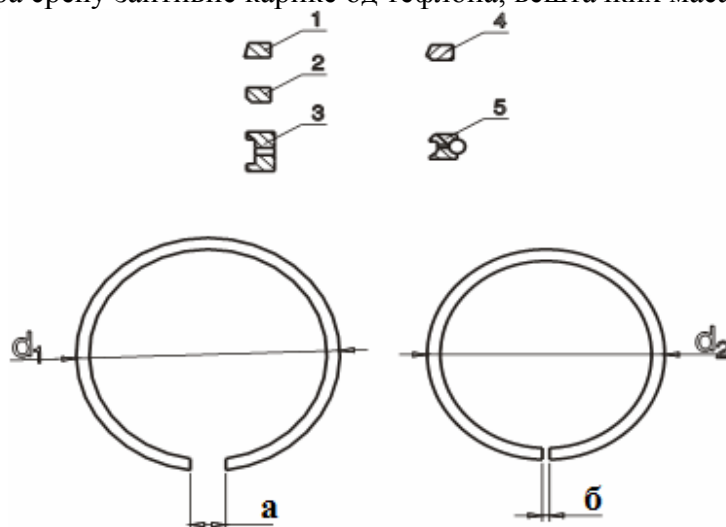
Клипне карике служе за заптивање простора између клипа и цилиндарске кошуљице, компензује термичке дилатације и регулишу потребну количину уља за подмазивање цилиндра.

Клипне карике су расечени кружни прстенови сложеног пресека. У слободном стању крајеви прстена су на прописаном удаљењу «а» (слика 2.8), како би у уграђеном стању под утицајем унутрашњег напона услед деформације остварили довољан почетни притисак на цилиндарску кошуљицу. Притисак прстена на кошуљицу увећан је даље услед притиска радног медијума који продире са унутрашње стране прстена кроз аксијалне зазоре прстена у жлебу. У уграђеном стању прстен поседује на саставку зазор «б» који омогућује топлотне дилатације при раду компресора (овај зазор се назива просветљење карика). Скоро код свих вертикалних компресора једнострујног дејства код којих се цилиндарска кошуљица подмазује заплјускивањем са стране кућишта, на доњем делу клипа уграђене су мазајуће карике. Њихов је задатак

равномерно распростирање потребне количине мазива по цилиндарској кошуљици и скидање сувишног мазива. Мазајуће карике се деле на уљне и стругаче. Уљне карике су специјално грађене да прихватају уљну маглу из моторске кућице и наносе је на цилиндарску кошуљицу. Стругачи скидају вишак нанесеног уља са цилиндарске кошуљице. Све чешће се примењују карике које обједињавају функцију компресионе карике и стругача чиме се постиже боље дихтовање и смањује потрошња уља.

Клипне карике су уграђене у одговарајућим жлебовима на клипу. Дубина жлеба је већа од радијалне висине крике. Под дејством нормалне силе на клипу која је променљивог интензитета и смера, клип се ослања наизменично на једну или другу страну кошуљице. При томе се карике повлаче у жлебове и не преносе нормалну силу, јер би дошло до пребрзог хабања карика. Карике имају мали аксијални зазор како би се обезбедило довољно заптивање уз истовремену покретљивост у жлебу.

Клипне карике се израђују од квалитетног ливеног гвожђа. Понекад се код клипних компресора срећу заптивне карике од тefлона, вештачких маса и др.



- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1. Компресиона карика | 3. Уљна карика |
| 2., 4. Струга | 5. Карика |

Слика 2.8 Карике

2.4.1.3 Осигурач (ускочни прстен)

Осигурање осовинице против аксијалног померања, изводи се већ према типу осовинице. Код већих машина осовиница ја фиксирана у отворима клипа помоћи ускочних прстенова, код неких мањих фиксирана је у клипњачи, код компресора мање и средње снаге обично је у примени пливајућа осовиница, која је у циљу постизања равномерног хабања по обиму окретна у клипу и клипњачи. Таква се осовиница осигурава од аксијалног померања обично унутрашњим зегеровим прстеновима уграђеним у окцима клипа.

2.4.1.4 Осовиница клипа

Осовиница клипа је елемент који код машина без укрсне главе обезбеђује зглобну везу између клипа и клипњаче. При томе осовиница преноси силе од притиска радне материје и силе инерције праволинијских осцилаторних маса на клипњачу. За уградњу осовинице у клип предвиђени су отвори на клипу. Карактер оптерећења осовинице захтева да се она израђује од врло квалитетних челика, обично челика за цементацију, у циљу отврдњавања површинског слоја уз истовремено задржавање жилавог унутрашњег слоја.

2.4.1.5 Клипњача

Клипњача је преко мале песнице везана зглобно са осовиницом клипа а својим великом песницом зглобно је везана на рукавцу колена коленастог вратила. Стабло (тело) клипњаче повезује малу и велику песницу. Вршећи сложено балансирајуће кретање, она учествује у претварању праволинијског кретања клипа у ротационо кретање коленастог вратила, преносећи при томе силе са једног од ових елемената на други.

У малој песници уграђена је обично бронзана чаура, а код већих машина лежиште наливено антифрикционим слојем, док је великој песници која је обично дводелна уграђено лежиште клипњаче.

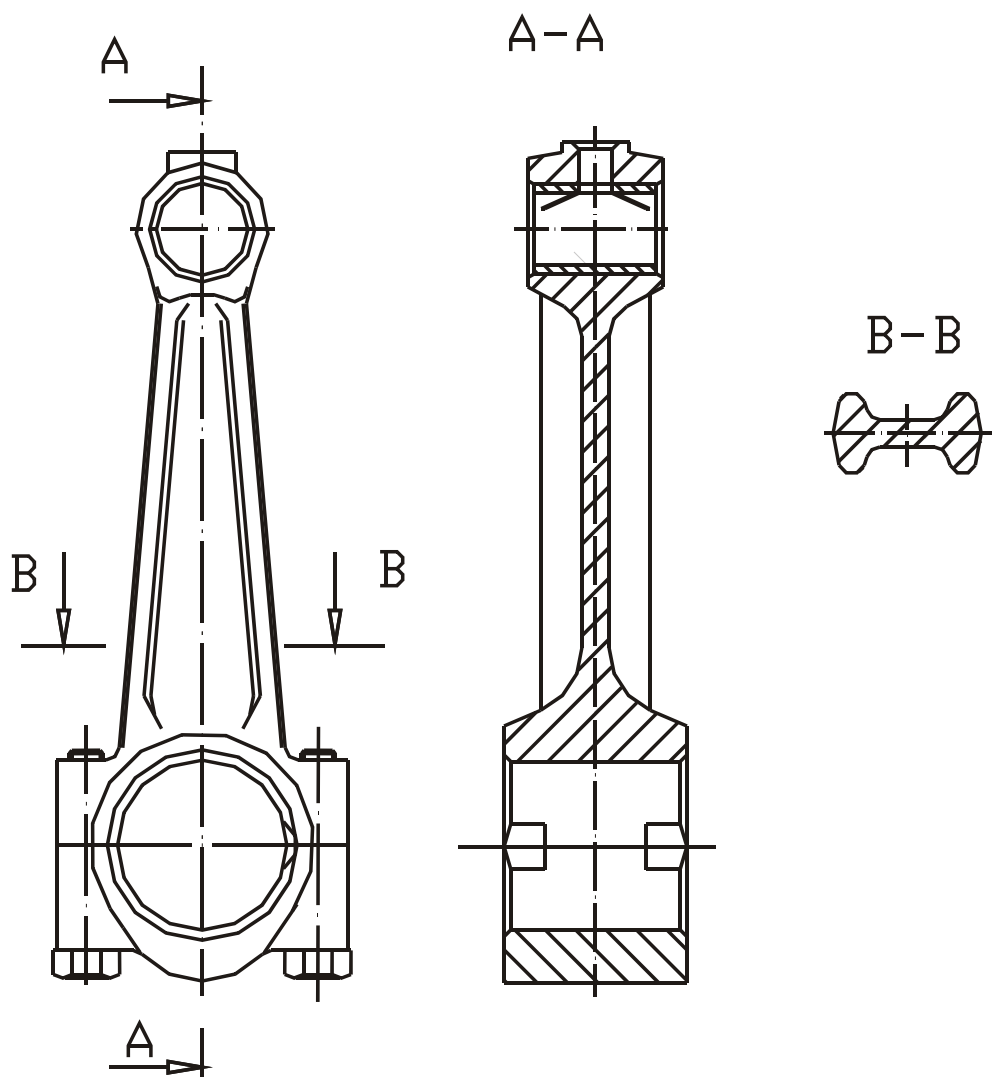
Стабло клипњаче има разне попречне пресеке. Код мотора и компресора мањих и средњих снага пресек је обично «дупло те» профил, добивен ковањем.

Код већих машина примењује се кружни пресек.

На слици 2.9 дат је изглед клипњаче клипног компресора. Пресек тела клипњаче је «дупло те».

Велика песница се најчешће преко магистрале (отвора у коленастом вратилу) подмазује потребном количином уља, у случају подмазивања на «бућку» израђују се посебни канали ради сливања уља у велику песницу. У сврху подмазивања мале песнице отварају се отвори за сакупљање уљне магле и спровођење до клизних елемената, код већих компресора често се тело клипњаче буши од мале до велике песнице, или се превођење мазива врши преко цеви причвршћене на телу, крајеви цеви утиснуте су у отворе према малој и великој песници.

Велика песница је обично дводелна и везана је завртњима клипњаче. У том случају се обрада клизне чауре велике песнице врши у склопу. [8]



Слика 2.9 Клипњача клипног компресора

2.4.1.6 Коленасто вратило

Коленасто вратило прихвата обртни моменат погонске машине и преноси га преко клипњаче на клип. Коленасто вратило је један од најодговорнијих елемената компресора. Његова сложена конструктивна форма и ударни карактер напрезања којима је изложено, захтева примену квалитетних материјала и брижљиву обраду, те је вратило, нарочито код вишецилиндричних компресора један од најскупљих делова.

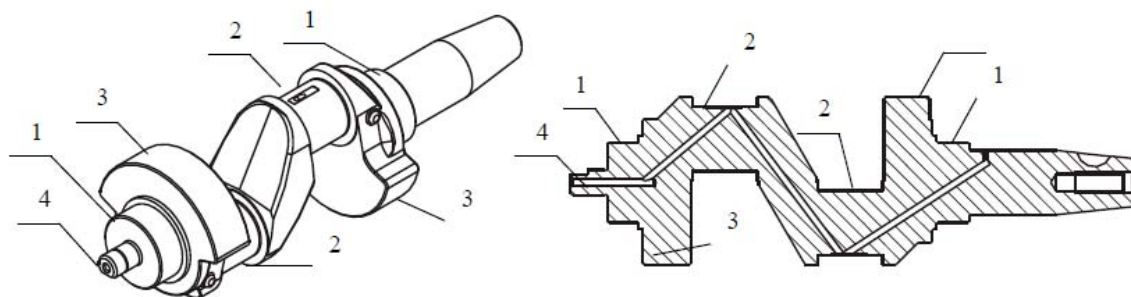
Као пример конструкције коленастог вратила на слици 2.10 дато је вратило четвороцилиндричног компресора. Ту су колена на угаоном размаку од 90° .

Вратило је преко ослоначких рукаваца 1) ослоњено у главна (ослоначка) лежишта. Са 3) су означени рукавци колена коленастог вратила на којима је уграђена клипњача. Па је ручица (раме) колена коленастог вратила на чијим крајевима су супротно од рукаваца колена постављени противтегови 4) за уравнотежење. Кроз отвор 5) доводи се мазиво са главних рукаваца за подмазивање лежишта клипњаче. Коленасто вратило може имати препусте за погон уљне пумпе, вентилатора или неку другу потребу..

Код мањих компресора раде се вратила из једно дела и то ковањем. За веће машине раде се састављена вратила, тј вратила се састављају из више појединачно обрађених делова.

Код другачијих вратила вишецилиндричних компресора на вратило се поставља пригушивач торзионих вибрација (антивибратор) који спречава појаву торзионих вибрација опасног интензитета.

Лежишта коленастог вратила су клизне а понекад и котрљајућа. Котрљајућа лежишта често захтевају примену састављеног коленастог вратила. [9]



Слика 2.10 Коленасто вратило

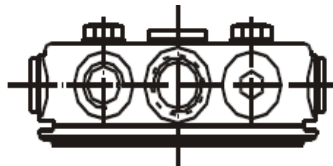
2.4.1.7 Цилиндарска глава

Цилиндарска глава је статички елемент којим се затвара цилиндарски простор са једне стране, док је тај простор са друге стран затворен помичним елементом-клипом. Цилиндарска глава има разне облике, мање или више компликоване. Код клипних компресора често у цилиндарској глави су уграђени разводни органи-вентили. У том случају кроз цилиндарску главу воде и канали за довод и одвод радне материје. Ако се овоме дода и обавеза хлађења цилиндарске главе (које може бити ваздушно и водено), добија се јако компликована конструкција.

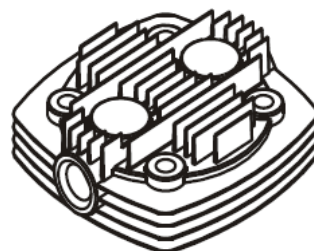
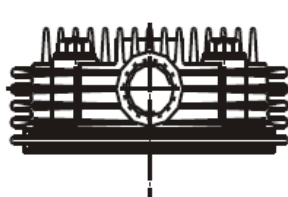
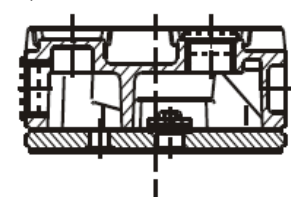
На цилиндарској глави код већих компресора предвиђа се још уградња вентила сигурности који обезбеђује машину од недозвољено високих притисака радне материје. Често се њој предвиђају и канали за индикацију. Цилиндарска глава је причвршћена потребним бројем завртња за цилиндарски блок. У извесним случајевима цилиндарска глава се одлива изједна са цилиндарским блоком (код мањих компресора).

Цилиндарска глава се одлива од ливеног гвожђа. Пример цилиндарске главе компресора 1) Цилиндарска глава са воденим хлађењем, и 2) Цилиндарска глава са ваздушним хлађењем (Слика 2.11). [4]

1.)



2.)



Слика 2.11 1) Цилиндарска глава са воденим хлађењем, 2) Цилиндарска глава са ваздушним хлађењем

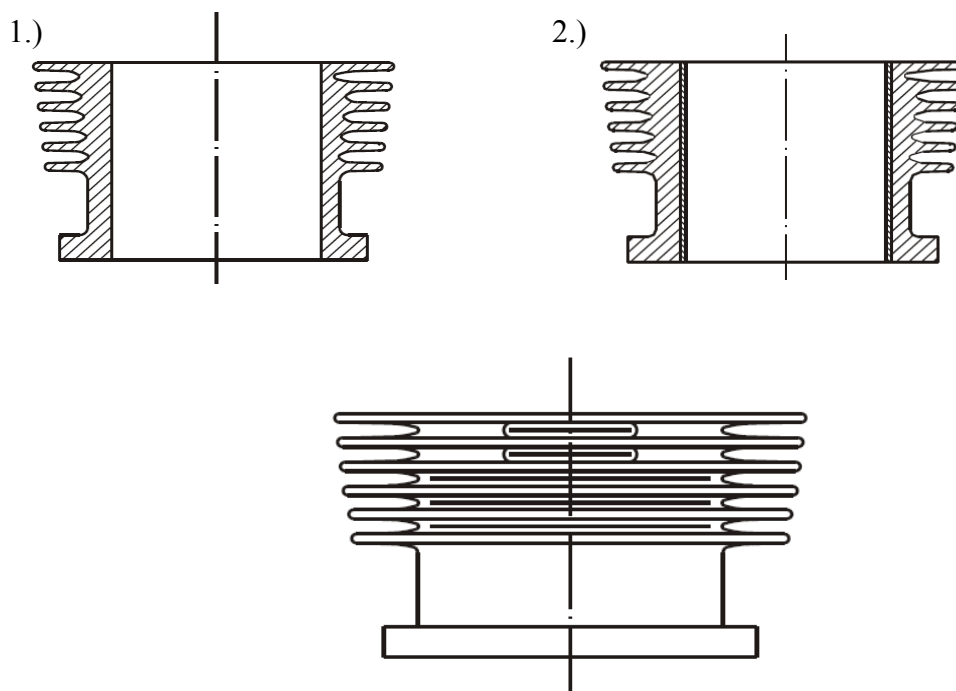
2.4.1.8 Цилиндарска кошуљица

Цилиндарска кошуљица учествује у формирању радног простора компресора. Својом фином обрађеном унутрашњом страном она служи за вођење клипа. Цилиндарска кошуљица изливена је изједна са цилиндарским блоком а врло често се примењује посебна кошуљица каја се уграђује у цилиндарски блок. Посебна (уметнута) кошуљица пружа предности у погледу израде и ремонта клипне машине. Посебна кошуљица израђује се од квалитетног материјала док се основна маса блока лије од мање квалитетног, а и јефтинијег материјала. Похабана цилиндарска кошуљица се лако замењује исправном.

Код клипног компресора, цилиндарска кошуљица се мора хладити. Код водено хлађених компресора у цилиндарском блоку се око кошуљице предвиђа простор кроз који циркулише расхладна вода. Код ваздушно хлађених машина спољна површина кошуљице је оребрена, чиме се добија већа расхладна површина.

Цилиндарска кошуљица има у себи неравнине (у задње време жлебове) у којима се задржава уље потребно за подмазивање клипне групе.

На слици (Слика 2.12) приказана је конструкција мере цилиндарске кошуљице клипног компресора, 1) Цилиндар без цилиндарске кошуљице, 2) Цилиндар са цилиндарском кошуљицом. [4]



Слика 2.12. 1) Цилиндар без цилиндарске кошуљице, 2.) Цилиндар са цилиндарском кошуљицом

2.4.1.9 Кућиште (картер)

Кућиштем или картером називамо простор у коме је смештено коленасто вратило. Великих је димензија израђује се ливењем од ливеног гвожђа, алуминијумских легура, гуса и других материјала ради смањивања цене коштања. Код свих компресора савремене израде кућиште је затворено, што је у вези са помазивањем. Код вертикалних машина картер је обично подељен, при чему се доњи део користи као резервоар уљног

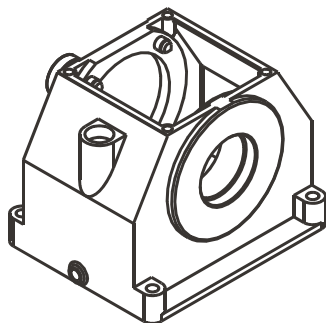
пуњења. Горњи део кућишта често је одливан уједно са цилиндарским блоком па се таква конструкција назива-«блок-картер».

У циљу изједначења притисака у кућишту са спољним атмосферским притиском, она је спојена преко одушке картера са спољном средином. Кућиште поседује попречна ребра која носе ослоначка лежишта коленастог вратила. Код мањих вертикалних машина лежишта су уграђена на горњем делу моторске кућице, код већих су лежишта на доњем делу кућишта. Код једноцилиндричних (некада и двоцилиндричних) примењује се једноделна кућица (бункер градња) при чему се коленасто вратило уграђује аксијалним померањем кроз већи отвор на кућишту, при томе се често користе котрљајућа лежишта вратила.

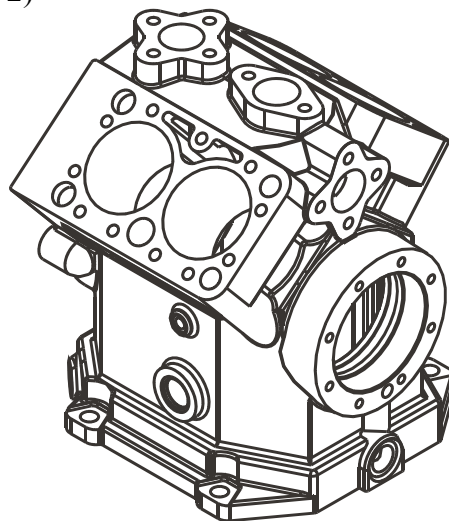
Код хоризонталних машина, кућиште има специфичан облик и често се назива постоље или рам машине. Преко овог постоља машина је ослоњена о фундамент машине.

Као примери конструкција кућишта дати су на слици 2.13, 1) конструкција «блок-картер» компресора примењена код малих компресора, 2) конструкција кућишта V компресора. [8]

1)



2)



Слика 2.13 1) конструкција «блок-картер» компресора примењена код малих компресора, 2) конструкција кућишта V компресора.

2.5 УРЕЂАЈИ (ОПРЕМА) КОМПРЕСОРА

Компресори различитих врста показују велику сличност у погледу основних елемената који су до сада описани. Међутим, компресор, зависно од врсте и типа захтева мањи или већи број помоћних уређаја који обезбеђују њено исправно функционисање. Неки од тих уређаја појављују се код свих врста компресора, премда конструкционо могу бити решени сасвим специфично, док су неки помоћни уређаји својствени само некој врсти или типу компресора.

2.5.1 Систем развођења радне материје

Овај систем омогућује измену радне материје, тј одстрањене радне материје из претходног циклуса и довођење свежје радне материје за обављање новог радног циклуса. За разлику од струјних машина (турбо-компресора) где радна материја у току рада струји континуално кроз турбомашину, код клипних компресора се пуњење и

пражњење цилиндра врши пулсативно у одређеним временским размацима. Да би се регулисао правилан ток радне материје кроз цилиндар у овом случају улазни и излазни канали морају се отворати и затварати на неки начин. Разводни вентили су најчешће смештени на вентилској плочи а могу се наћи у глави компресора.

Код компресора се развођење искључиво врши преко аутоматских вентила чијих се кретање изазва разликом притисака радне материје са једне и друге стране вентила. Они делују на принципу повратних вентила, тј они дозвољавају проток у једном смеру док их струјање у супротном смеру затвара. Времена отварања и затварања ових вентила мерена у угловима колена коленастог вратила мењају се и прилагођавају радним условима тј режиму рада машине. Разводни систем који функционише помоћу аутоматских вентила је конструкционо једноставан, али такви елементи представљају извесно ограничење за повећање брзоходности машина на којим су примењени, јер њихова инерција ремети правилност развођења и сигурности функционисања..

2.5.2 Систем за подмазивање

Систем подмазивања има задатак да обезбеди нормално подмазивање свих покретних склопова за које је предвиђено подмазивање. Подмазивањем се смањује трење па тиме и хабање појединих елемената и на тај начин се продужава век трајања тих елемената. Истовремено се тиме смањују механички губици и повећава се механички коефицијент искоришћења машине. Уље за подмазивање хлади поједине склопове и потпомаже ефекат заптивања заптивних елемената.

Код већине савремених компресора подмазивање свих одговорних склопова врши се системом циркулационог подмазивања под притиском. Ово се пре свега односи на елементе клипног механизма. Овакав систем садржи уљну пумпу, обично зупчасту, која шаље уље кроз пречистач на поједина места подмазивања.

Цилиндарски склоп неких компресора подмазује се запљускивањем тј.разбацивањем мазива са лежишта коленастог вратила по цилиндарској кошуљици.

Да би компресор нормално радио неопходно је да се подмаже цилиндар и механизам покретања компресора. Транспортрани гас мора бити по могућству без садржаја уља. То не да смањује потрошњу уља, већ онемогућава зауљивање вентила и на тај начин спречава експлозију уљних пара.

Избор система подмазивања зависи од низа фактора: димензија компресора, сабијања радног медијума (у овом случају ваздуха), конструктивних карактеристика компресора, брзоходности итд.

Подмазивање може бити:

- а) Сопствено подмазивање
- б) Централно подмазивање уљем из мотора СУС.

За случај када је компресор уграђен на тракторима усваја се централно подмазивање. Предност овог подмазивања је у томе што не захтева неко посебно одржавање.

Минимални притисак уља на улазу у компресор је 0,6 бара, повратни вод уља треба извести тако да има минимално 12 mm провидне дужне. Количина уља у кућиштима не сме да пређе дозвољену меру и мора се обезбедити одговарајућа одушка на кућишту компресора.

Уље под притиском долази из система за подмазивање мотора у компресор, преко прикључака на картеру компресора. Преко канала на рукавцу и коленастом вратилу уље се доводи у рукавца коленастог вратила. Кроз вратило је бушен посебан канал, тако да путем овог канала уље се долази до велике песнице и врши се подмазивање. При раду компресора део уља се распршује и на тај начин се подмазују клизни

прстенови, да не би дошло до заривавања. При подмазивању један део уља се потроши – сагори, а један део продре у простор за сабијање од ваздуха и са ваздухом оде у пнеуматску инсталацију. Остатак уља се сакупља у картеру компресора, одакле се преко отвора за испуштање уља одводи.

Притисак из пумпе у систему циркулационог подмазивања креће се зависно од компресора у средњем 1,5-5 бара, што је за сваку машину прописано од стране произвођача. [11]

2.5.3 Системи регулисања

Код клипних компресора регулација капацитета изводи се при константном притиску у потисном систему. Зато се варијације овог притиска могу користити као импулс за активирање система регулисања капацитета.

Најчешће примењени начини регулисања капацитета код клипних компресора су:

- a) промена броја обртаја може се континуално мењати проток али то захтева да погонски мотор може лако мењати брзински режим. Овај начин се може применити ако се компресор гони мотором СУС, при чему се делује на систем регулисања мотора.
- b) Превођењем компресора на режим празног хода. Овај начин представља најчешће примењиван систем регулисања капацитета компресора. У овом случају специјални диспозитив, регулатор притиска, по прекорачењу максималне вредности радног притиска у потисном воду блокира усисни вентил у отвореном стању па се усисана радна материја враћа натраг у усисни вод, те потискивање престаје. Повећана потрошња гаса изазива пад притиска у потисном воду па се после извесне минималне дозвољене вредности притиска деблокира усисни вентил, тј омогући се његово нормално функционисање па компресор поново лиферује гас.
- c) Прикључивањем додатних запремина компресионом простору смањује се волуметријски коефицијент корисности компресора, па се тиме смањује капацитет компресора. Овај начин се користи код компресора великог капацитета. Регулисање се изводи ступњевито, тј узастопним укључивањем 1,2,3 или 4 додатне запремине долази се до жељеног смањења протока. Укључивање ових запремина врши се такође аутоматским отварањем вентила који и одвајају од радне запремине, помоћу регулатора притиска.
- d) Пригушивањем у усисној цеви се такође смањује коефицијент пуњења па и капацитет компресора. [11]

2.5.4 Систем хлађења

За добар рад компресора потребно је вршити хлађење. Систем хлађења има задатак да код клипних компресора обезбеди нормалне радне температуре делова који су изложени загревању од радне материје у појединим фазама циклуса.

Хлађењем се постижу боља својства масног слоја средства за подмазивање на зидовима цилиндра и повећава коефицијент испоруке, тако што се усисни ваздух мање загрева од зида цилиндра. Елементи који се првенствено морају хладити су цилиндарска глава и цилиндарска кошуљица.

Хлађење компресора може бити водено или ваздушно, а много ређе уљно.

Код воденог хлађења вода циркулише кроз кошуљицу која може а се одлије заједно са цилиндром, или да се посебно изради па да буде упресована у цилиндар компресора.

Ваздушно хлађење може бити у мирној струји, или у принудној струји ваздуха (вентилатора). Код ваздушног хлађења цилиндарска кошуљица и цилиндарска глава снабдевају се ребрима који се обдувавају расхладним ваздухом који се потискује вентилатором. Постављањем ребара повећава се расхладна површина и тиме компензира смањени коефицијент прелаза топлоте са зидова на ваздух у односу на коефицијент прелаза са зидова на воду који је неколико пута већи. У циљу бољег искоришћења ваздуха оно се води око хлађених делова помоћу погодних обликованих лимова (дефлектора). Ваздушно хлађење примењује се код мањих, махом покретних машина, док је код великих компресора увек примењено водено хлађење. Код клипних компресора систем хлађења обухвата и међухлађење сабијеног гаса између појединих ступњева.

Ваздушно хлађење има предност у односу на водено и то:

- Већа једноставност.
- Већа сигурност од смрзавања.
- Стална спремност за погон.
- Олакшан старт.
- Одржавање је једноставно.
- Нема каменца.

Једина мана ваздушног хлађења је што је већа бука.

Предност уљног подмазивања је што осим уља за подмазивање није потребно никакво друго средство за хлађење. Хладњак за уље је углавном ваздушни. Осим тога нема опасности од смрзавања. Мана уљног хлађења је сто специфична топлота уља два пута мања од специфичне топлоте воде, што захтева већу количину расхладног средства.

Међутим, због великих предности углавном се усваја ваздушно хлађење, осим ако захтевања нису другачија. Ради побољшања на цилиндру и глави компресора израђују се ребра.

Компресор је постављен на мотору где је обезбеђена принудна циркулација ваздуха, тако да хлађење на овај начин у потпуности задовољава потребе.

Прописана дозвољена температура ваздуха у потисном воду (у најнеповољнијем случају тј. летњи режим рада компресора), не треба да пређе 220°C. Испитивања су показала да је температура у излазном воду нижа од захтеване температуре по препоруци. Једини услов за рад овог компресора јесте тај, да брзина струјања ваздуха у околини компресора не сме бити мања од 5 m/s.

2.5.5 Регулисање компресора

Потрошња ваздуха који даје компресор обично је променљива. Задатак регулисања је да се проток подешава према променљивој количини одведеног гаса из резервоара високог притиска.

Проток (капацитет) компресора израчунава се по обрасцу:

$$Q_s = Vh$$

Регулисање капацитета може бити ручно и аутоматски. Ручно регулисање примењује се у случају када промена протока није честа и тада у компресорској станици мора постојати радник који ће вршити регулацију. Регулисање компресора

који се примењује у склопу кочне инсталације на моторним инсталацијама врши се аутоматски.

Главне врсте регулације протока кроз компресор су следеће:

- Повремено прекидање (повремено заустављање компресора, повремено потпуно заустављање усисног вода компресора, повремено непрекидно отворени усисни вентили, повремено испуштање гаса у атмосферу).
- Промена протока спољним захватима (смањење броја обртаја, промена величине штетног простора, помоћу допунских штетних простора, искључивање појединих цилиндара, пригушивање на усисном воду).
- Континуална промена протока са унутрашњим захватима (усисни вентил регулисан споља, усисни вентил регулисан зауставним притиском, временски променљив допунски штетни простор).

Регулисање стабилизирајућих компресора врши се регулисањем притиска у кочној инсталацији самостабилизацијом компресора. [11]

2.5.6 Контролни инструменти и уређаји

Да би се постигла потребна безбедност рада клипних машина, нарочито код већих снага, машина се опрема низом контролних инструмената којима се у току рада контролишу одређени параметри важни за исправан рад машине. Којим ће инструментима бити опремљен компресор зависи од врсте и примене компресора. Врло често се прибегава сталној контроли притиска и температуре у систему за подмазивање, температуре расхладног средства, температуре саме радне материје и др. У извесним случајевима предвиђају се сигурносни вентили који ограничавају максимални притисак у цилиндру, а понекад се у циљу обезбеђења машине предвиђају уређаји који аутоматски заустављају рад машине у случају да поједини параметри пређу границе који су постављени из услова сигурности.

Сталном контролом могу се благовремено уочити и отклонити недостаци у раду који би иначе могли довести до великих оштећења и дуготрајних прекида рада тј. до великих економских губитака.

Поред тога приступа се повремено и детаљнијем прегледу и провери исправности рада, исправности одвијања радног циклуса и равномерности оптерећења свих цилиндара код вишецилиндричног компресора. При томе се код већих компресора врши индицирање, јер се на основу индикаторског дијаграма може процењивати исправност рада. [4]

3. ТЕОРИЈА ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА

Конструисање је најважнија фаза у стварању и развоју машинског система или производа машиноградње. Приликом процеса конструисања, како би дошли до најповољнијег решења, које би задовољило постављене критеријуме и услове, морамо користити разне научне и техничке информације.

Током процеса конструисања, морамо се држати одређених правила како би смо на што бржи и ефикаснији начин дошли до решења проблема. Покушано је на много начина да се на што бољи начин илуструју систематизовани приступи решавању проблема с циљем да се створи одређена методологија процеса конструисања. Међутим, не може се лако дати једна јединствена систематизација процеса конструисања са строго детаљно разрађеним појединачним корацима којих би се сваки конструктор држао при конструисању, већ је дат један глобални флексибилни приступ повезаности главних етапа конструисања са потребним активностима да се дође до правог решења конструкције.

3.1 ОСНОВНЕ ЕТАПЕ И АКТИВНОСТИ ТОКОМ ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА

Имајући у виду вишеструку повезаност како етапа конструисања са потребним активностима тако и активности међу собом, предлаже се глобални блок-дијаграм процеса конструисања приказан на слици (Слика 3.1.)

На овом блок дијаграму приказан је улаз у процес конструисања, две основне етапе конструисања и излаз из процеса конструисања као и најважније активности за правилно формирање конструкције.

Као улаз у процес конструисања сматра се технички задатак док су основне етапе процеса конструисања – конципирање и разрада конструкције, а као излаз узима се сама конструкција представљена у виду потпуне конструкционе документације помоћу које се врши даља технолошка разрада.

Основне активности потребне да се дође до што бољег решења су истраживања, скицирања, стварање идеја, анализа и синтеза (прорачун), цртање и испитивања и провере. [3]



Слика 3.1 Процес конструисања

3.2 ОСНОВНЕ ЕТАПЕ ТОКОМ ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА

3.2.1 Технички задатак

На самом почетку процеса конструисања постоји само технички задатак.

Полазећи од техничког задатка треба стваралачким радом доћи до потпуне конструкције тежећи да она буде оптимална с обзиром на постављене техничке и економске захтеве.

Технички задатак треба да садржи основне почетне податке и захтеве који се пред будућу конструкцију постављају а такође и све захтеве у погледу формирања конструкцијске документације.

3.2.2 Конципирање конструкције

На основу техничког задатка приступа се конципирању конструкције. Конципирање се састоји у разради варијанти могућих идејних решења конструкције и на основу анализе тих варијанти одабира оптималне конструкције. У току процеса конципирања конструкције врши се избор основне шеме функционисања конструкцијског решења, основних параметара конструкције и раде се основне идејне скице. Конципирање у принципу треба вршити у више варијанти а затим у спроведеној анализи оценити која ће од тих варијанти дати најбоље решење.

Избор варијанти концепције изводи се првенствено са циљем да се задовоље све функције будућег система а затим у што већој мери и остали технички и економски захтеви.

Као што се на Слици 3.1. виде главне активности конструктора у току конципирања конструкција везана су за истраживање информација, стварања нових идеја, скицирање концепцијских решења и анализу и синтезу тј. вредновање и оптимизацију варијанти концепције.

3.2.3 Разрада конструкције

После усвајања концепције конструкције приступа се њеној разради која се заснива на креативним захтевима и доста рутинског рада. Процес разраде конструкције има за циљ да уобличи коначно решење конструкције полазећи од њене целине па до појединих детаља. Да би овај задатак разраде био успешно решен потребно је да се обаве одређене анализе и синтезе тј. прорачуни техничког и економског карактера, да се изврши компоновање делова и склопова конструкције тј. да се оформе склопни цртежи целог машинског система, појединих склопова и подсклопова и да се димензионо, обликовно и обрадно дефинишу сви машински делови кроз одговарајућу конструкциону документацију. Поред овога за правилно формирање конструкције потребно је извршити одређена конкретна испитивања и провере које ће дати одговоре на она питања која су остала нерешена или недовољно решена методама анализе и синтезе.

Разрада конструкције обухвата правилан избор облика, димензија и материјала појединих машинских делова и повезивање појединих делова у машинске склопове и склопова у машински систем водећи рачуна о толеранцијама и налегањима делова као и о квалитету појединих површина машинских делова. Треба тежити максималној примени стандардизације тј. унификације и типизације како појединих детаља машинских делова тако и самих делова и склопова конструкције.

Потребно је разрадити системе монтаже и демонтаже спајања суседних делова, опслуживања, прегледа и регулисања механизма и целог система у зависности од сложености конструкције. На крају се дају упутства за руковање и одржавање с препорукама за повећање трајности, постојаности на хабање, заштите од корозије и осталих неповољних утицаја који утичу на радну способност конструкције. [3]

3.3 ОСНОВНЕ АКТИВНОСТ ТОКОМ ПРОЦЕСА КОНСТРУИСАЊА

3.3.1 Истраживања

За време конципирања а делом и пре него што се почне с разрадом варијанти концепције конструкције спроводе се посебне активности истраживања са циљем да се сакупе и одаберу све доступне информације у вези могућих решења конструкције.

Ова истраживања информација су првенствено научно техничког карактера и зависе обично од намене и функције машинског система за који се развија конструкција.

Извори научно-техничких информација су различити, а међу њима су: научни и стручни часописи, техничке књиге, уџбеници и приручници, каталози и проспекти произвођача из дотичних области као и сазнања из директних контаката са људима који се баве проблемима из дотичне области машиноградње. Истраживања ових информација помажу у формирању концепције и саме конструкције и омогућава усвајање добрих страна постојећих решења и одбацивања неуспешних и превазиђених решења.

3.3.2 Стварање идеја

У процесу конципирања, а и касније у току разраде конструкције, од конструктора се траже посебне активности које се односе на стварање идеја на бази претходних научно-техничких истраживања и сопствене вештине, искуства и интуиције. Стварање идеја уско је повезано са стваралачким мисаоним процесом као једном од најкреативнијих делатности човека.

Стваралачко конципирање техничких направа заснива се или на новим оригиналним принципима функционисања склопова машинских система или на принципијелно комплетно новим машинским системима или на увођењу нових метода и научних сазнања у циљу побољшања постојећих конструкција сличне намене.

3.3.3 Анализа и синтеза

Анализа и синтеза у етапама конципирања и разраде конструкције су активности које имају за циљ прорачунавање, одабир и проверу идејних решења концепције као и саме конструкције.

Анализа се заснива на рашчлањавању постављеног проблема на контролисане елементе и изучавање сваког елемента посебно док је синтеза, супротно томе, обједињавање елемената у целину, њихово комбиновање и оптимизација ради добијања најбољих решења. Анализа одговара на питања колика је сигурност обављања неке функције, колики су напони у неким критичним пресецима машинског дела и сл. при чему се сматра да је концепција или конструкција већ усвојена. Синтеза пак одговара на питање какву конфигурацију усвојити, који материјал изабрати, колике димензије машинских делова предвидети и сл., сматрајући да идејна решења или

конструкцију тек треба оформити у нешто што раније није постојало. Параметри конструкције, као што је њена структура, конфигурација, материјал и димензије, у процесу синтезе су променљиве величине које треба оптимизирати с обзиром на одређене критеријуме наметнуте конструкцији.

У процесу конструисања активности анализе и синтезе су нераздвојиве и јављају се истовремено. Оне служе за проверу усаглашености изабране концепције и конструкције с одговарајућим физичким законима. Често се као резултат анализе и синтезе јавља потреба за променом предложених варијанти концепције конструкција или за формирање нових варијантних решења. После тога те измењене или нове варијанте треба поново подвргнути анализи и синтези па се на тај начин формира двосмерна веза између избора концепције и њене анализе и синтезе.

3.3.4 Испитивања и провере

Иако методе анализе и синтезе конструкције дају решења многих проблема у конструисању, често је неопходно извршити и одређене провере путем испитивања и експеримената. Ове провере се готово увек врше када је у питању серијска или масовна производња сложених производа машиноградње.

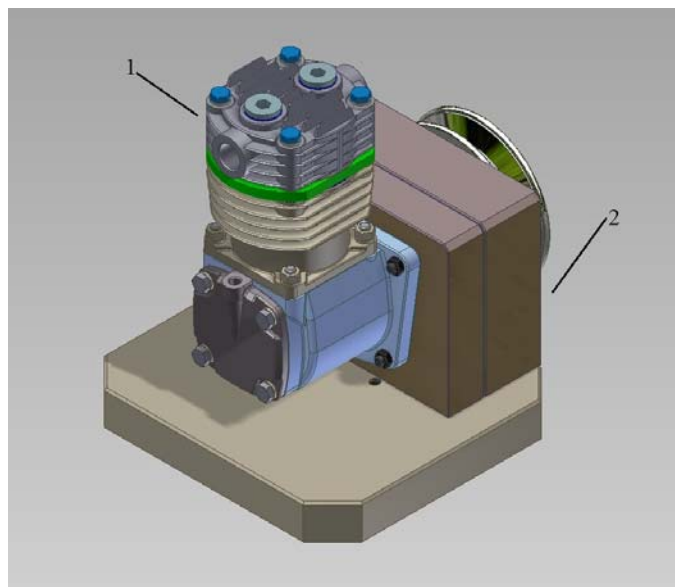
Испитивања и провере су посебне активности у завршној фази конструисања а изводе се пре детаљне разраде технологије и пуштања у редовну производњу. Она се изводе на моделима конструкције различите сложености и степена сличности са оригиналом тј. с реалном конструкцијом. Тако постоје математички, физички и потпуни модели. Математички модели немају очигледних сличности с реалним системом али захваљујући одређеној аналогiji дају корисне информације о понашању система. Физички модели се стварају за проверу одређених карактеристика конструкције и нису предвиђени за добијање информација о целокупној конструкцији. Такви модели се користе у случајевима када је тешко остварити потпуне моделе услед недостатка времена, материјала и сл. а када се очекује да ће и непотпун модел дати поуздане информације. Као пример модела који донекле одражава реалну конструкцију по принципу сличности је макета. Она се израђује од пластичних маса, дрвета или картона у одређеној размери и служи за демонстрацију спољњег изгледа или за проверу начина монтаже, израде и повезивања елемената конструкције. Мада макета не даје велику количину информација она је нашла одређену примену јер је њена израда релативно лака, јефтина и не захтева много времена.

Најбоља али и најскупља испитивања и провере врше се на потпуним моделима у виду прототипа конструкције који има потпуну сличност са реалним системом у погледу геометрије, материјала и свих осталих параметара конструкције.

На прототипу конструктор може проверити начин израде, метод монтаже, радну способност и радне карактеристике у одређеним условима експлоатације. Конструкторска документација, настала у процесу разраде конструкције, полаже испит провере испитивањем прототипа машинског система израђеног на основу те документације. Пракса је показала да је неоправдано приступити серијској производњи неког машинског система а да се претходно не изврше одређена испитивања и провере на прототипу. [3]

4.0 РАЗРАДА КОНСТРУКЦИЈЕ ЈЕДНОЦИЛИНДРИЧНОГ КОМПРЕСОРА И АЛАТА ЗА ЊЕГОВО ИСПИТИВАЊЕ

Компресор за кочионе системе је замишљен као конструкција чији би се основни делови углавном израђивали ливењем. Конструкција алата за испитивање компресора за испитивање компресора је замишљена да се израђује од челичних плоча, које се обрађују глодањем. Концепција се састоји од једноцилиндричног компресора и алата за његово испитивање (Слика 4.1).



Слика 4.1 Изглед концепције једноцилиндричног компресора са алатом за његово испитивање: 1- Једноцилиндрични компресор, 2- Алат за испитивање компресора

Конструкција овог компресора је изведена тако да буде лако прилагодљива серијској производњи, због природе њихове намене. Компресор се у великој мери састоји од ливених делова:

1. Кућиште;
2. Поклопац кућишта;
3. Цилиндар;
4. Глава цилиндра;
5. Клипњача;
6. Клип;

Ливени делови компресора се спајају стандардним елементима.

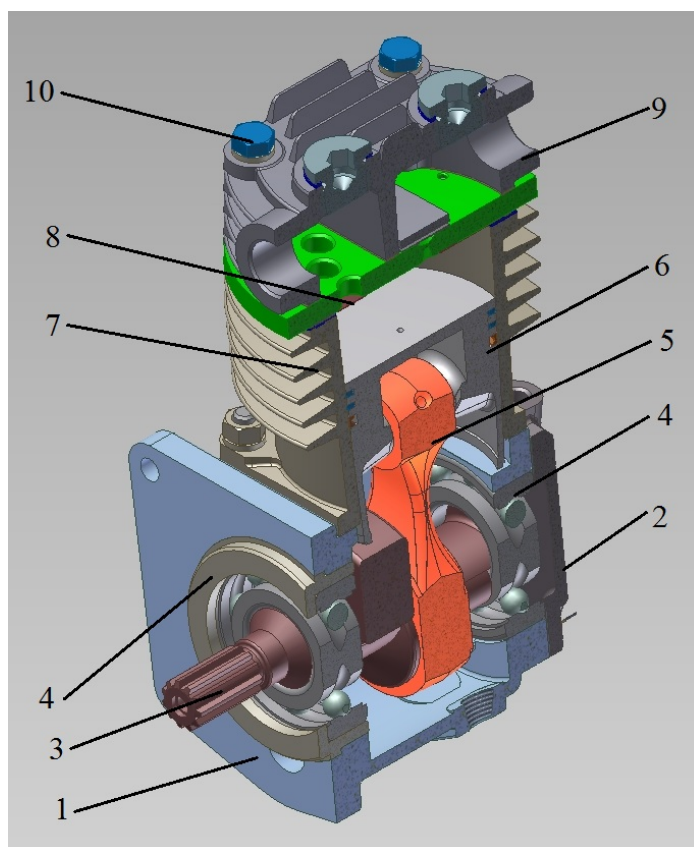
Кућиште компресора је прилагођено тако да би се омогућило лакше ливење, лакша монтажа и демонтажа, и лепши и модернији естетски изглед и јефтинија израда. Ребра на цилиндру и глави цилиндра су прилагођена тако да би се остварило што боље одвођење топлоте. Усисни и потисни вод су уместо стандардних вентила замењени ламелом са отворима и танком УХБ траком, која је причвршћена држачима који регулишу количину протока радне материје – ваздуха. Уместо стандарде клипњаче чија се монтажа врши помоћу завртњева, направљена клипњача модерног дизајна која се израђује ливењем и којом се обезбеђује лакша монтажа и демонтажа једноставним навлачењем клипњаче на коленасто вратило.

Алат за испитивање компресора се конципира тако да буде прилагодљив компресору који се испитује. Пошто овај алат служи за испитивање компресора на притисак и на број обртаја, тиме се морају задовољити радне карактеристике компресора. Као што је већ речено алат се састоји од челичних плоча које се обрађују глодањем, вратила и ременице за одговарајуће радне карактеристике.

4.1 ЈЕДНОЦИЛИНДРИЧНИ КОМПРЕСОР

Једноцилиндрични компресор је пнеуматска компонента која се користи код пољопривредне механизације и трактора на кочионим системима. Он се састоји (Слика 4.2) из следећих делова:

1. Кућиште компресора;
2. Поклопац кућишта;
3. Коленасто вратило;
4. Лежишна места коленастог вратила;
5. Клипњача;
6. Клип;
7. Цилиндар;
8. Ламеле;
9. Глава цилиндра и
10. Спојни елементи (завртњи, навртке, подлошке и др.)

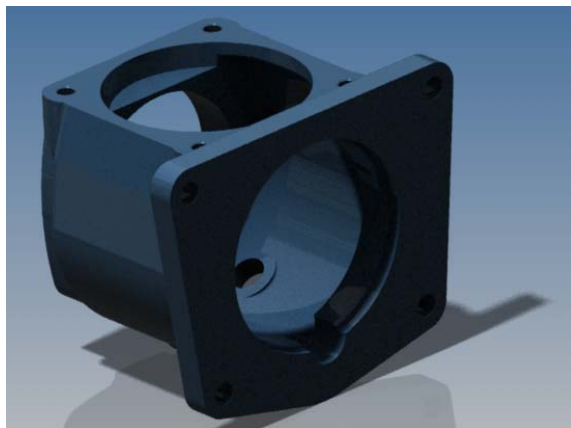


Слика 4.2 Пресек компресора: 1 – кућиште компресора; 2 – поклопац кућишта; 3 – коленасто вратило; 4 – лежишна места коленастог вратила; 5 – клипњача; 6 – клип; 7 – цилиндар; 8 – ламела; 9 – глава цилиндра и 10 - спојни елементи

На кућиште цилиндра се монтирају лежишна места на којима се уграђује коленасто вратило. На коленасто вратило је монтирана клипњача за коју се осовиницом везује клип. Клип пролази кроз цилиндар. Главом цилиндра и завртњима се целокупна конструкција компресора везује у целину.

4.1.1 КУЋИШТЕ

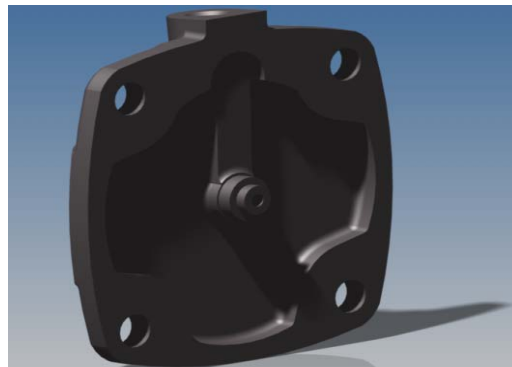
Код једноцилиндричних компресора примењују се једноделна кућишта (бункер градња), која се израђује ливењем, при чему се коленасто вратило уграђује аксијалним померањем кроз већи отвор на кућишту, при томе се често користе котрљајућа лежишта преко којих се вратило ослања на кућиште. Изглед кућишта приказан је на Слици 4.3.



Слика 4.3 Кућиште

Са предње стране кућишта налазе се четири отвора, преко којих се врши уградња, тј. монтажа стандардним елементима – завртњима. А са доње стране направљен је отвор, помоћу кога се врши испуштање уља које служи за подмазивање. Отвори који се налазе са задње стране служе за спајање поклопца ц на кућиштем. Кућиште је замишљено тако да се омогући што лакша монтажа и демонтажа, како кућишта како засебног дела тако и целог склопа компресора, модернији изглед и да се задовољи мања цена коштања и лакша конструкција.

Поклопац кућишта (Слика 4.2) се такође као и кућиште израђује ливењем, па се затим машински обрађује. Обезбеђена су четири отвора за спајање поклопца кућишта са кућиштем компресора. На поклопцу кућишта се израђује отвор у који служи за доливање уља које улази у канал на вратилу преко кога се врши подмазивање између велике песнице клипњаче и вратила. Између поклопца и кућишта се поставља заптивка.



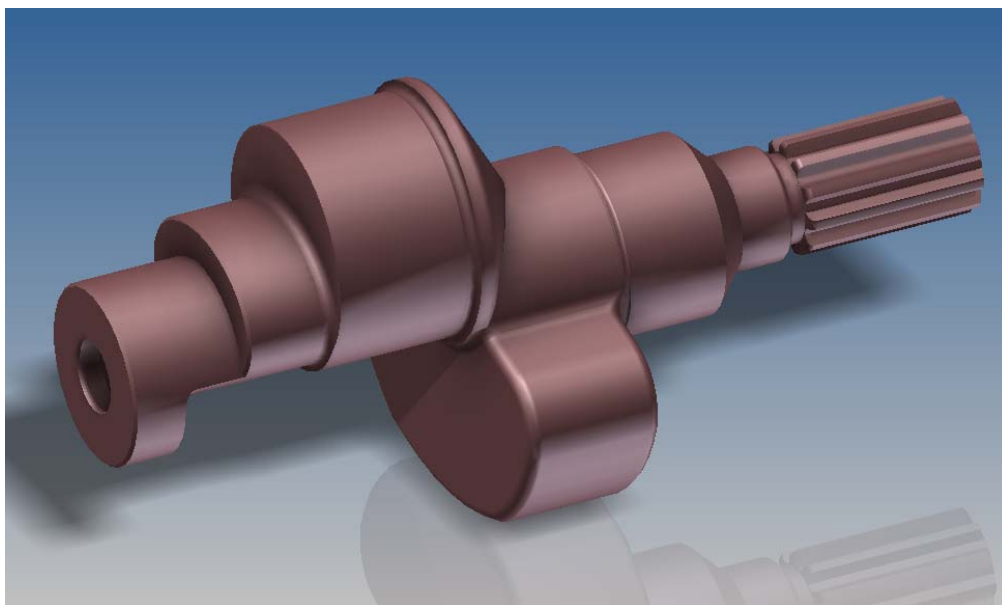
Слика 4.4 Поклопац кућишта

4.1.2 КОЛЕНАСТО ВРАТИЛО

Коленасто вратило, или "радилица", један је од најзначајнијих делова компресора и обезбеђује пренос снаге са клипа на систем и даље. Коленасто вратило компресора има задатак да прими силе и пренесе их, и механичку енергију преда у облику обртног момента. Изузетно велика оптерећења динамичког карактера, којима је вратило изложено при раду, чине овај елемент једним од најодговорнијих делова компресора. Код мањих компресора раде се вратила изједна и то ковањем. Избор материјала за избор вратила се врши на основу захтева у погледу чврстоће, издржљивости, тврдоће, осетљивости на неравномерну расподелу оптерећења, обрадивости, трошкове израде и др.

Коленасто вратило се израђује од специјалног челика оплемењеног хромом, силицијумом, манганом и др. Коленасто вратило се састоји од: рукаваца преко којих се вратило ослања у "лежећим" лежајевима у кућишту компресора, и "летећих" рукаваца који се окрећу у лежајевима велике песнице клипњаче, рамена која спајају ове рукавце, противтегова, предњег и задњег дела коленастог вратила. Коленасто вратило је углавном изложено савијању, а лежишта су изложена великим притисцима. Код овако изједна израђених вратила користе се котрљајни лежајеви. Противтегови имају задатак да обезбеде уравнотежење коленастог вратила. Код мањих компресора израђени су заједно са вратилом, а код великих се посебно израђују, па се накнадно причвршћују. Вратило мора бити статички и динамички уравнотежено.

Кроз коленасто вратило пролазе канали кроз које долази уље под притиском за подмазивање лежајева, како оних у којима се обрћу средишњи рукавци, тако и оних који се окрећу у лежајевима велике песнице клипњаче. Коленасто вратило (Слика 4.5) се на крајевима преко котрљајних лежајева и чаура ослања на кућиште. На ослоначки рукавац коленастог вратила се навлачи клипњача.

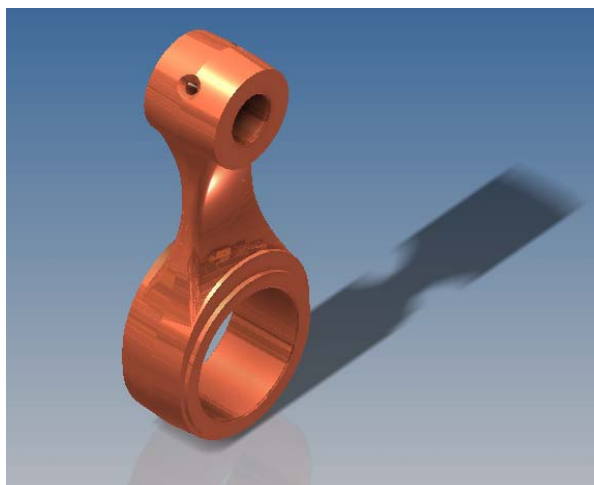


Слика 4.5 Вратило

4.1.3 КЛИПЊАЧА

Клипњача (Слика 4.6) спада у покретне делове компресора. Она обезбеђује везу између клипа и коленастог вратила. Њен задатак је да пренесе силу од клипа на

коленасто вратило, односно да претвори кружно кретање коленастог вратила у праволинијско кретање клипа у цилиндру. Сила која делује на клипњачу је променљива у зависности од такта који се реализује у цилиндру. Клипњача се састоји од велике песнице, тела клипњаче и мале песнице. Преко мале песнице обезбеђује се веза између клипа и клипњаче, а преко велике песнице реализује се веза између клипњаче и коленастог вратила. У малој песници се најчешће налази клизни лежај у виду чауре у којој се окреће осовиница клипа. Клипњача се најчешће израђује ковањем што у ово случају није тако. Пошто се компресори углавном пројектују за серијску производњу, у овом случају се клипњача израђује ливењем. Направљена је са иновативним модерним дизајном, а пре свега због серијске производње, јефтинија је израда ливењем него ковањем. Монтажа клипњаче се врши навлачењем велике песнице на рукавац коленастог вратила, и мале песнице на осовиницу клипа.



Слика 4.6 Клипњача

4.1.4 КЛИП

Задатак клипа је да обезбеди затварање са једне стране и да пренесе притисак на клипњачу. Клип такође преноси топлоту на зидове цилиндра. Клипови се могу израђивати од легура алуминијума, а и од ливеног гвожђа. По правилу, клипови се израђују ливењем после чега се обрађују на посебне димензије. Завршна обрада темена клипа зависи од принципа рада компресора. На основу података може се закључити да се за компресоре већих снага користе клипови од ливеног гвожђа, а за компресоре мањих снага клипови од легура алуминијума. Клип је посредством клипњаче у вези са коленастим вратилом. Непосредно испред темена клипа, по његовом обиму налазе се канали у којима се налазе клипни прстенови. Клип је механички и топлотно веома оптерећен, јер за време ширења преноси силу притиска и топлоте.

Функција клипних прстенова је веома битна за рад компресора. Постоје две врсте клипних прстенова:

1. Компресиони
2. Мазајући

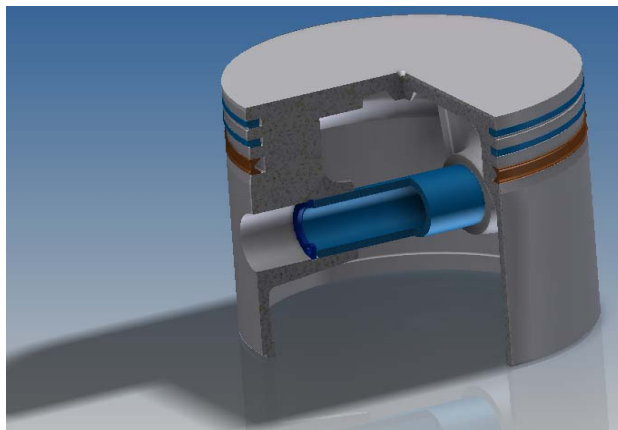
Компресиони прстенови се налазе ближе темену клипа и њихов задатак је да обезбеђује заптивање између клипа и цилиндра, да гасови не би доспели из простора за сабијање у кућиште компресора.

Мазајући клипни прстенови треба да обезбеде подмазивање између клипа и цилиндра. Најчешће имају прореze по обиму кроз које се уље враћа у кућиште компресора кроз отвор на клипу.

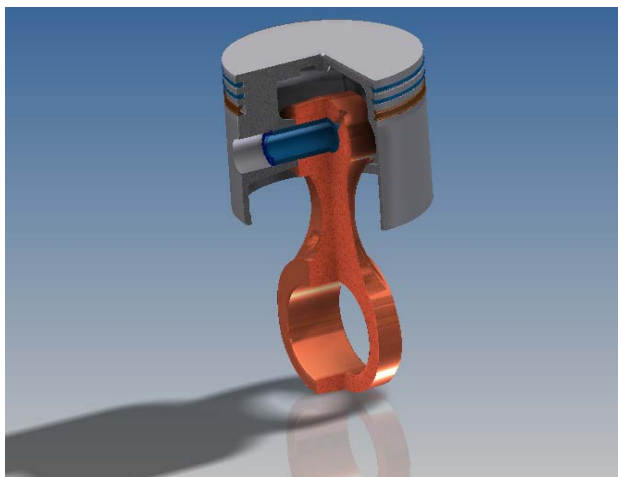
Клипни прстенови се израђују од специјалног ливеног гвожђа. Материјал од кога се израђују треба да поседује особине које не смеју да дозволе брзо хабање клипних прстенова. Такође треба да обезбеди еластичност клипних прстенова ради бољег налегања на зидове цилиндра, а тиме и бољег заптивања између клипа и цилиндра. Клипни прстенови морају имати одговарајући зазор у каналима, како аксијални тако и радијални. Клип је са клипњачом повезан преко осовинице клипа.

Осовиница клипа има задатак да обезбеди зглобну везу клипа и клипњаче, јер се преко ње ова два дела спајају. Осовиница се најчешће израђује од специјалног челика. Површина осовинице је термички обрађена. Са бочне стране клипа направљен је отвор, у који су урезани канали за ускочни прстен. Ускочни прстен се поставља против аксијалог померања осовинице клипа. Прво се са једне стране убади ускочни прстен, затим се у клип убади клипњача, тј. мала песница кроз коју се до ускочног прстена навлачи осовиница клипа. Са друге стране осовинице клипа се поставља други ускочни прстен. Изглед а) клипа са осовиницом и клипним прстеновима, б) и клипњачом дат је на слици (Слика 4.7 а) слика 4.7 б))

а)



б)



Слика 4.7 а) Клип са осовиницом и клипним прстеновима, б) и клипњачом

4.1.5 ЦИЛИНДАР

Код компресора хлађених ваздухом цилиндри се често појединачно израђују и причвршћују за цилиндарски блок. Оваквим решењем се обезбеђује хлађење компресора. Површина ових цилиндара није равна, већ је изведена у виду ребара, да би се повећала површина за хлађење. Цилиндар у компресору је затворен са обе стране, са горње стране затварање је реализовано помоћу цилиндарске главе, а са доње стране помоћу клипа који се креће у цилиндру. У цилиндру се за време радног процеса развија топлота, која се даљом трансформацијом претвара у механички рад. Цилиндар се израђује од квалитетног сивог лива, који се легира одређеним додацима и као такав отпоран је на притисак, али је више склон ширењу при загревању. Цилиндар се израђује и од легуре алуминијума, јер је добар проводник топлоте у односу на друге метале од којих се израђује блок мотора. Предност легуре алуминијума је што је мање тежине и има мањи коефицијент ширења. Унутрашњост цилиндра треба бити фино обрађена, што значи да се после грубе обраде, врши обрада брушењем па се затим врши тврдо хромирање. Цилиндар је са спољашње стране оребљен, равномерно постављеним ребрима, чиме се површина хлађења повећава. Са горње и доње стране цилиндра урађени су отвори преко којих се помоћ стандардних завртања врши спајање. Цилиндар се монтира на кућиште компресора, док се на цилиндар поставља глава цилиндра. Између цилиндра и кућишта, и цилиндра и главе цилиндра уграђују се заптивке. Изглед цилиндра дат је на слици (Слика 4.8).

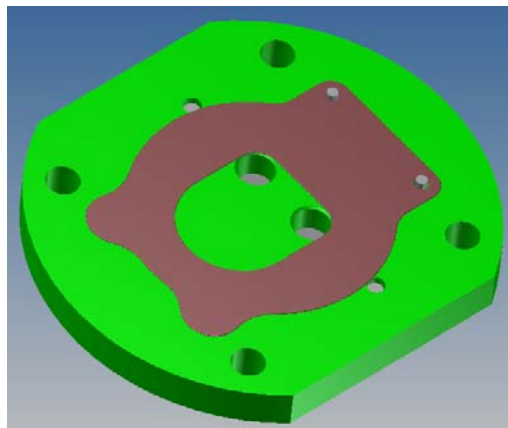
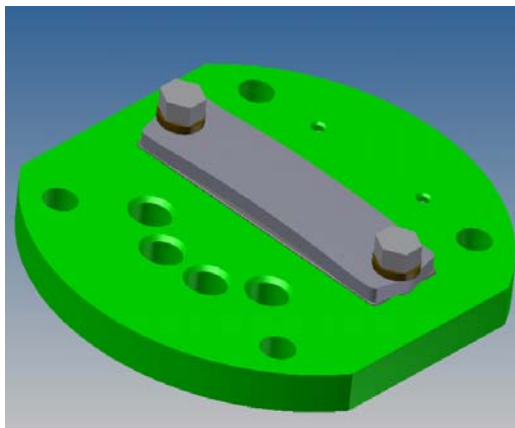


Слика 4.8 Цилиндар

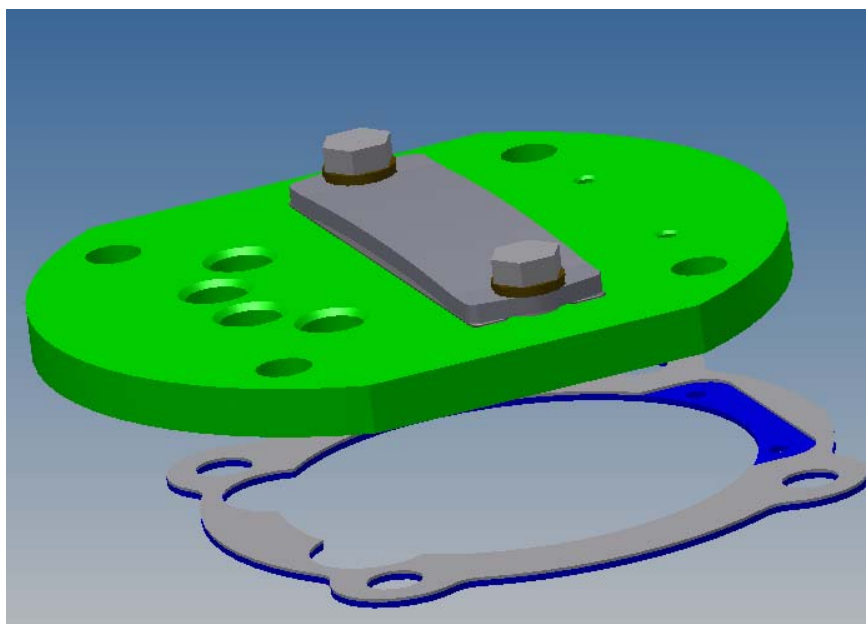
4.1.6 ВЕНТИЛСКА ПЛОЧА

Вентилска плоча (Слика 4.9 а)) израђује се глодањем и бушењем. Поставља се између цилиндра и главе цилиндра. Поред четири отвора која служе за везивање вентилске плоче, постоје још две групе, са два и са четири отвора. Због компресије, нормална је појава да ваздух улази на већи број отвора а излази на мањи, јер се тако ствара притисак. Ваздух улази кроз четири отвора, где количину улаза ваздуха контролише ламела која је постављена са доње стране плоче. Ламела је од танког, савитљивог нерђајућег материјала која ради по принципу ”горе-доле“, када клип иде на доле тада и ламела иде на доле и обрнуто. При повратку клипа на горе ламела затвара отворе и онемогућава враћање ваздуха одакле је дошао. Ламела је за плочу везана чивијама, а фиксирање ламеле са једне стране се врши тако сто се чивије монтирају у отворе на металној заптивци која се поставља испод вентилске плоче (Слика 4.9 б)). Тиме се онемогућава ламели да испадне, већ је једна страна ”уклештена” а друга ради слободно.

а)



б)



Слика 4.9 а) Вентилска плоча, б) Фиксирање ламеле чивијама и металном заптивком

При повратку клипа на горе, сабијање ваздуха се омогућава са само два излазна отвор, ламелом која контролише пропуштање ваздуха помоћу држача ламеле, и дупло мањом комором на глави цилиндра. Са горње стране плоче, изнад два потисна отвора постављена је ламела преко које се монтира држач ламеле облика кружног исечка. Све то је завртњима спојено за плочу.

4.1.7 ГЛАВА ЦИЛИНДРА

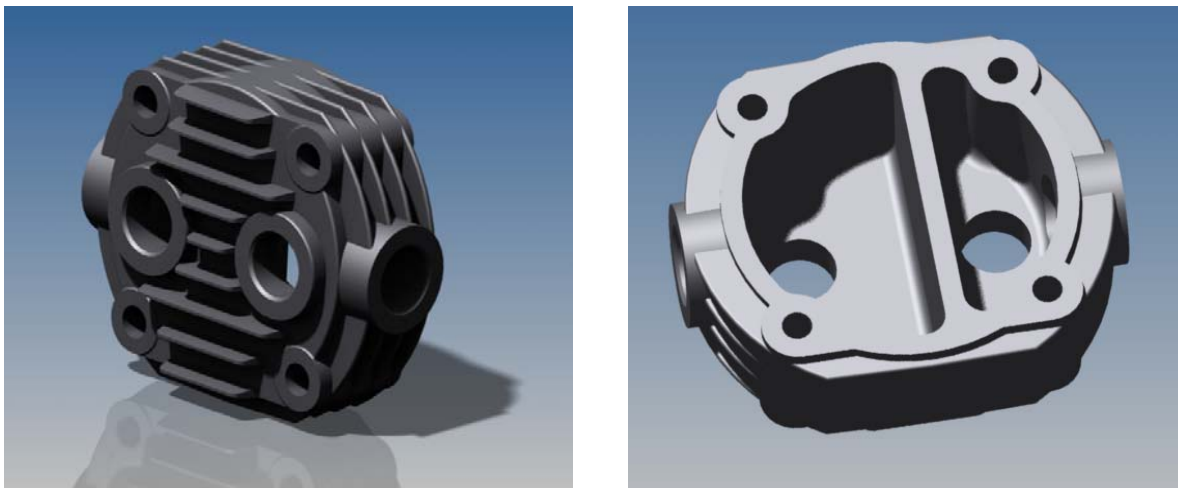
Цилиндарска глава, има задатак да обезбеди затварање цилиндра са горње стране. Најчешће се у глави налазе: вентили, ламеласти вентили са усисним и потисним отворима. Цилиндарска глава израђује се од сивог ливеног гвожђа или од алуминијумских легура. Код компресора хлађених ваздухом глава је израђена од легуре алуминијума. Између главе цилиндра и цилиндра компресора мора се обезбедити добра заптивеност, јер у цилиндрима влада велики притисак. Заптивач се израђује од бакарних лимова и азбеста. У зависности од конструкционих решења, усисна и издувна цев могу бити укомпоноване као једна целина где сваки део има своју функцију, а могу

бити и физички одвојене. На цилиндарској глави могу се видети отвори који су у вези са цевима.

Усисна цев се обично израђује од легуре алуминијума и њен задатак је да обезбеди пролазак радне смесе тј. ваздуха. Издувна цев има задатак да прихвати издувне гасове.

Глава цилиндра се израђује ливењем. Равномерно распоређена ребра на спољашњој и горњој страни главе цилиндра обезбеђују добро хлађење. Са леве и десне стране израђени су отвори, који служе као потисни вод за довођење ваздуха у компресор, и одводни вод који служи за одвођење компресованог тј. ваздуха под притиском из компресора у систем. Исти такви отвори постоје и са горње стране, у зависности од начина везивања са инсталацијама система, Такав принцип се назива “или – или”. Глава цилиндра се поставља на ламеласти вентил, кроз који се заједно са њим везује завртњима за цилиндар, који се везује за кућиште компресора.

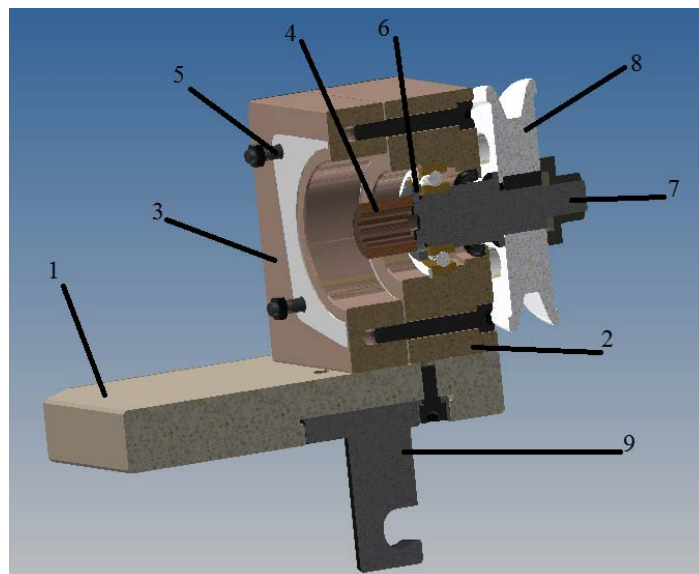
Изглед главе цилиндра дат је на слици (слика 4.10), где се под а) види спољашњи а под б) унутрашњи изглед главе. Као што је и нормално глава цилиндра је подељена на две коморе. Већа комора представља место где радна материја, ваздух, улази у компресор, а мања где ваздух под притиском, захваљујући мањем броју одводних отвора и мањој комори, одлази у систем.



Слика 4.10 Глава цилиндра а) Спољашњи изглед, б) Унутрашњи изглед главе

4.2 АЛАТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ КОМПРЕСОРА

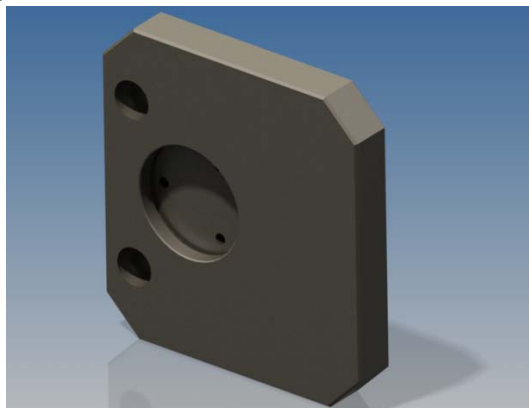
Алат за испитивање компресора (Слика 4.11) се израђује у зависности од облика прирубнице компресора и габаритних мера компресора. За овај тип компресора алат се састоји из статичних и покретних делова. Статични делови (плоче) се израђују од челика и служе да обезбеде везу компресора са уређајем за испитивање, а покретни делови се такође израђују од челика и служе да обезбеде пренос снаге са електромотора на вратило компресора. Статични као и покретни делови се израђују обрадом резањем (глодањем и стругањем). Компоненте су међусобно спојене раздвојивим везама (завртњи, навртке, клинови). Од стандарних елемената осим наведених користе се још и лежајеви, семеринг, ускочници.



Слика 4.11 1) радна плоча, 2) бочна плоча, 3) носећа плоча, 4) чаура, 5) центраж, 6) хватач, 7) вратило, 8) ременица, 9) повлакач

4.2.1 РАДНА ПЛОЧА

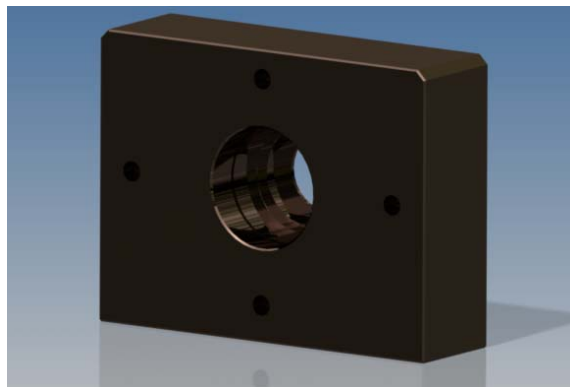
Радна плоча је израђена обрадом глодањем, и на њој се налазе отвори који служе за везивање бочне плоче и повлакача. Повлакач се поставља са доње стране радне плоче, и служи за остваривање везе радне плоче са уређајем за испитивање. На горњу површину постављена је бочна плоча која је везана завртњима. Изглед радне плоче дат је на слици (Слика 4.11).



Слика 4.12 Радна плоча

4.2.2 БОЧНА ПЛОЧА

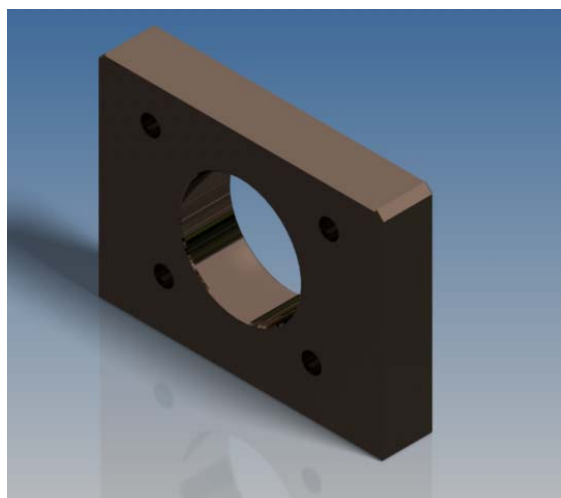
Бочна плоча је израђена обрадом глодањем, на којој се налази централни отвор кроз који пролазе елементи за пренос снаге. Бочна плоча је завртњима везана за радну плочу. Преко четири отвора на бочној плочи извршено је везивање носеће плоче. Заптивеност између ових плоча остварена је постављањем заптивке. Бочна плоча приказана је на слици (Слика 4.12).



Слика 4.13 Бочна плоча

4.2.3 НОСЕЋА ПЛОЧА

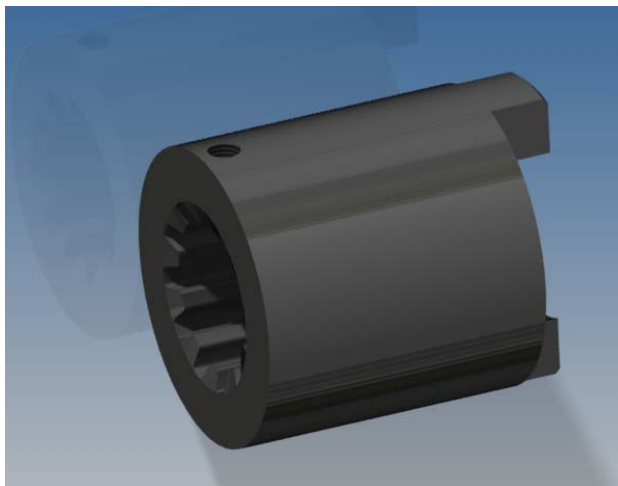
Носећа плоча (Слика 4.13) такође се израђује обрадом глодање, са средишњим отвором кроз који пролазе елементи за пренос снаге. На носећу плочу преко центража се позиционира и везује компресор који се испитује. Између плоче и центража мора бити остварено чврсто налагање да би се позиционирање компресора остварило на тачно предвиђеном месту. Између компресора и плоче, заптивеност се остварује преко специјално израђене заптивке. Причвршћивање компресора уз носећу плочу остварује се притезањем навртки.



Слика 4.14 Носећа плоча

4.2.4 ЧАУРА

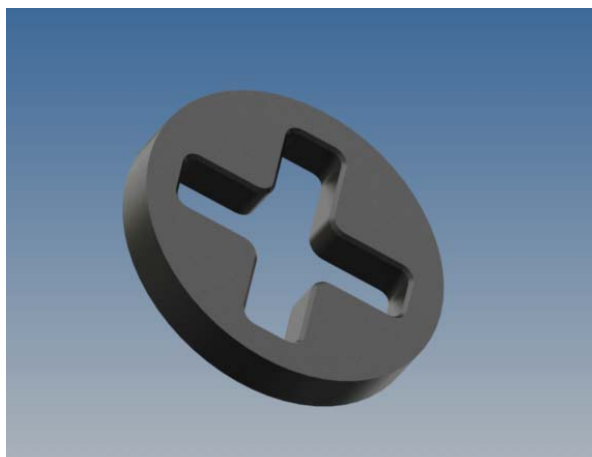
Због карактеристичног излаза вратила из компресора (озубљено вратило) потребно је израдити и специфичан облик чауре, преко које се остварује веза компресора и алата за испитивањем. Чаура (Слика 4.14) је цилиндричног облика са унутрашњим озубљењем које одговара озубљењу на вратилу компресора. Озубљење на чаури се израђује посебним поступком на глодалици. Са једне стране чаура је поравната, а са друге су израђена два зуба преко којих се остварује веза са хватачем. Пре постављања компресора на алат за испитивање потребно је причврстити чауру на вратило компресора преко отвора са навојем.



Слика 4.15 Чаура

4.2.5 ХВАТАЧ

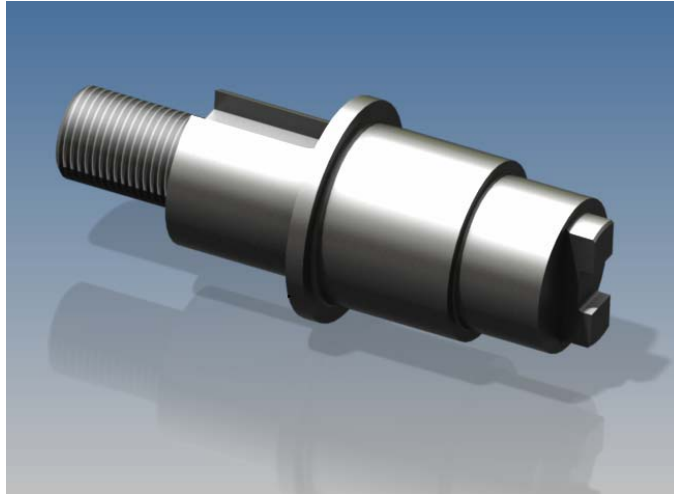
Хватач (Слика 4.15) је кружног облика са два укрштена прореза базирана у центру круга. Израда хватача извршена је глодањем. Хватач служи за остваривање раздвојиве везе између чауре и вратила алата за испитивање, и у суштини има улогу спојнице за пренос обртног кретања са вратила алата на вратило компресора. Због функције коју обавља хватач мора бити израђен од квалитетнијег материјала.



Слика 4.16 Хватач

4.2.6 ВРАТИЛО

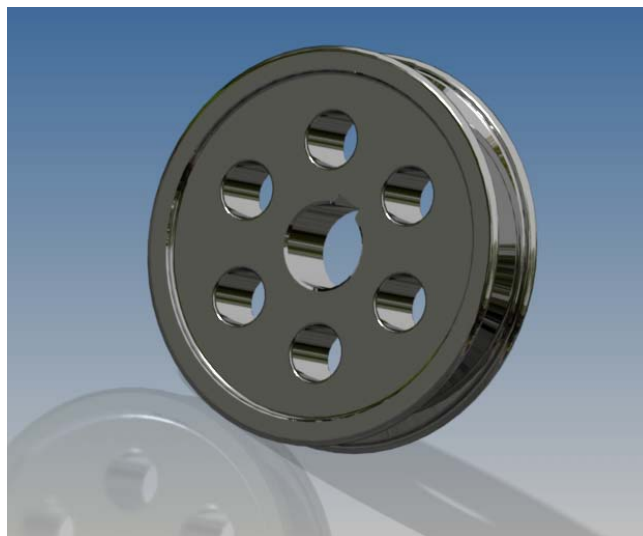
Израда вратила (Слика 4.16) извршена је обрадом стругањем. Основна функција вратила је вршење преноса снаге и обртног момента са електромотора на вратило испитиваног компресора. Вратило је преко котрљајног лежаја базирано у отвору на бочној плочи. На једном крају вратила је причвршћена ременица а на другом је остварена веза преко хватача са чауром. Веза са хватачем остварена је преко два зуба која су израђена обрадом глодањем.



Слика 4.17 Вратило

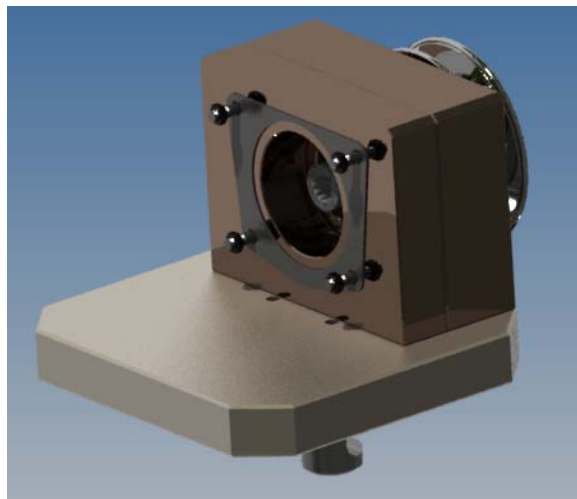
4.2.7 РЕМЕНИЦА

Ременица (Слика 4.17) је израђена обрадом стругањем и глодањем. Пречник ременице је дефинисан на основу броја обртаја потребног за испитивање компресора. Улога ременице је да пренесе одговарајући број обртаја са електромотора на вратило за испитивање компресора, што се остварује помоћу ременог каиша. Веза вратила и ременице је остварена клином.



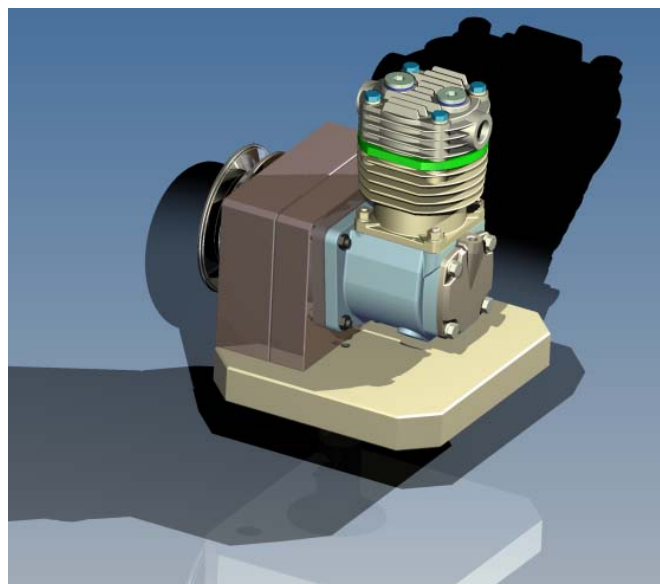
Слика 4.18 Ременица

Склоп алата за испитивање (Слика 4.18) служи за испитивање једноцилиндричних компресора на број обртаја и притисак тј. да ли при одређеном броју обртаја задовољава тражени притисак.



Слика 4.19 Склоп алата за испитивање

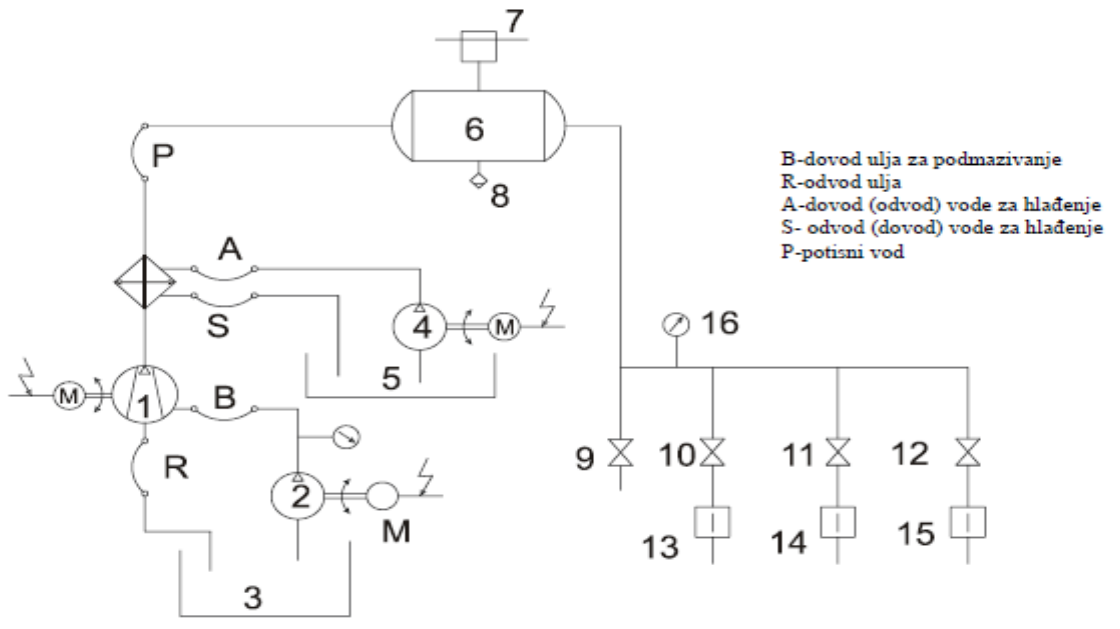
Приказ рендерованог 3D модела, склоп једноцилиндричног компресора са алатом за његово испитивање (Слика 4.20).



Слика 4.20 Рендеровани приказ 3Д модела, једноцилиндричног компресора са алатом за његово испитивање

5.0 УПУТСТВО ЗА ИСПИТИВАЊЕ КОМПРЕСОРА

Упутство за испитивање компресора које је дато у прилог, прописано је од стране инжењера ИХП “Прва петолетка“ А.Д. КОЧНА ТЕХНИКА Трстеник.

	Drva petoletka Kočna tehnika DD Trstenik	...	UI 5 115 01 135 0			
<u>Uvod</u> Ovim uputstvom definisani su uslovi i način kontrolisanja funkcionalnih karakteristika kompresora 5 115 01 135 0 Prema tački 2 kontrolisati svaku seriju 100% Prema tački 3 kontrolisati svaki 100-ti uređaj iz serije Prema tački 4 kontrolisati svaki 5000-ti uređaj iz serije 1. Ispitivanje serije Šema stola za ispitivanje kompresora  B-dovod ulja za podmazivanje R-odvod ulja A-dovod (odvod) vode za hlađenje S- odvod (dovod) vode za hlađenje P-potisni vod						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 33%;"> 1. kompresor 2. pumpa za ulje 3. rezervoar za ulje 4. pumpa za vodu 5. rezervoar za vodu </td> <td style="vertical-align: top; width: 33%;"> 6. rezervoar za vazduh 40l 7. ventil sigurnosti 8. drenažni ventil 9. slavina 10. slavina </td> <td style="vertical-align: top; width: 33%;"> 11. slavina 12. slavina 13. ventil za ograničavanje pritiska p=4 bar 14. ventil za ograničavanje pritiska p=6 bar 15. ventil za ograničavanje pritiska p=8 bar 16. manometar za vazduh </td> </tr> </table>				1. kompresor 2. pumpa za ulje 3. rezervoar za ulje 4. pumpa za vodu 5. rezervoar za vodu	6. rezervoar za vazduh 40l 7. ventil sigurnosti 8. drenažni ventil 9. slavina 10. slavina	11. slavina 12. slavina 13. ventil za ograničavanje pritiska p=4 bar 14. ventil za ograničavanje pritiska p=6 bar 15. ventil za ograničavanje pritiska p=8 bar 16. manometar za vazduh
1. kompresor 2. pumpa za ulje 3. rezervoar za ulje 4. pumpa za vodu 5. rezervoar za vodu	6. rezervoar za vazduh 40l 7. ventil sigurnosti 8. drenažni ventil 9. slavina 10. slavina	11. slavina 12. slavina 13. ventil za ograničavanje pritiska p=4 bar 14. ventil za ograničavanje pritiska p=6 bar 15. ventil za ograničavanje pritiska p=8 bar 16. manometar za vazduh				
Alati za ispitivanje 1.2.1. Pumpa za podmazivanje kompresora Kod alata za ispitivanje, s obzirom da je podmazivanje kompresora uljem pod pritiskom, treba na podesan način odvođenje ulja R izvesti delimično kao providno plastično crevo da bi bila moguća kontrola količine odvedenog ulja. Pumpu za podmazivanje (2) treba tako postaviti, da postoji konstantan pritisak ulja od 3 ± 0.5 (bar) u dovodnom uljnomvodu B radi podmazivanja kompresora. Kao ulje za podmazivanje primenjuje se kompresorsko ulje KOMPRINA-100 ili KOMPRESOL. Temperatura ulja za podmazivanje treba da bude $t_u = 75 \pm 5^\circ\text{C}$. Alat mora da omogući ispitivanje kompresora sa namontiranim zupčanikom.						
Br.kopije						
Dat.kopir						
Br.kopije						
Ax	bx	cx	Radio			
			List broj			

	Orva petoletka Kočna tehnika DD Trstenik	UPUTSTVO ZA ISPITIVANJE	UI 5 115 01 135 0
---	---	-------------------------	-------------------

1.2.2. Pumpa za hlađenje vodom
 Na istom alatu predviđena je pumpa za vodu (4) sa rezervoarom(5)
 Pumpu treba naregulirati da minimalni protok vode za hlađenje kompresora (1) bude 2l/min
 Temperatura vode za hlađenje treba da bude 75±5°C

1.2.3. Podešavanje ventila za ograničavanje pritiska
 Ventil za ograničenje pritiska koji su instalirani u alatu za ispitivanje podesiti na sledeće vrednosti:

- ventil za ograničenje pritiska (13) p=4(bar)
- ventil za ograničenje pritiska (14) p=6(bar)
- ventil za ograničenje pritiska (15) p=8(bar)
- ventil sigurnosti (7) na rezervoaru (6) treba tako podesiti da budu zadovoljeni propisi o sigurnosti kompletne instalacije za ispitivanje

1.2.4. Rezervoar za vazduh
 Rezervoar za vazduh (6) je zapremine 40 l i radnog pritiska koji zadovoljava propise o sigurnosti instalacije.

2. Postupak ispitivanja

2.1. Kompresor prihvrtiti u alatu i povezati sa potisnim vodom P, priključkom za dovod ulja B, odvod ulja R i dovodom i odvodom vode za hlađenje A i S.

2.2 Ispitivanje kompresora
 Slavinu (9) otvoriti a pumpu (4) uključiti u rad. Pustiti kompresor (1) da radi na $n=3000 \text{ min}^{-1}$ i $p=0 \text{ bar}$. Pri ovakvim režimima kompresor treba da radi 1 min. Po isteku 1 min otvoriti slavinu (10) a zatvoriti slavinu (9) i omogućiti porast pritiska u rezervoaru (6) na $p=4 \text{ bar}$.
 Pošto pritisak naraste na $p=4 \text{ bar}$ pustiti da kompresor radi naredna 4 min.
 Kada istekne vreme rada od 4 min zatvoriti slavinu (10) a otvoriti slavinu (11).
 [topericom meriti vreme za koje pritisak u rezervoaru (6) naraste od $p=4 \text{ bar}$ do $p=6 \text{ bar}$.
 Izmereno vreme uporediti sa zadatom vrednosti u tabeli T-1 pri čemu on nesme da prekorači zadatu vrednost.
 One kompresore kod kojih su izmerena vremena veća od zadatih treba vratiti montaži radi otklanjanja nedostataka.

Tip kompresora	Način hlađenja	Način podmazivanja	Broj obrtaja (min^{-1})	Radni pritisak (bar)	Vreme punjenja rezervoara od 40 l (od 4 do 6 bara pri $n=3000 \text{ min}^{-1}$) (s)		napomena
					zadato	izmereno	
5 115 01 135 0	vodom	Uljem pod pritiskom	3000	8	7		

Kompresore kod kojih izmerena vremena nisu veća od zadatih pustiti da rade narednih 5 minuta na $n=3000 \text{ min}^{-1}$ i $p=6 \text{ bar}$. Po isteku 5 min zatvoriti slavinu (11) otvoriti slavinu (12) da bi pritisak u rezervoaru narastao na $p=8 \text{ bar}$ pustiti da radi 1 min a zatim kompresor isključiti kao i sisteme za hlađenje i podmazivanje.
 Ispitati zaptivnost između lamelastog ventila i cilindra kao i lamelastog ventila i glava premazivanjem spojeva sapunicom.
 Nije dozvoljeno curenje.
 Kada se kompresor ohladi na temperaturu 30-40°C (da može da se dodiruje rukom), zavrtnjeve za prihvrtanje glave i cilindra i cilindra i kućišta zategnuti momentom shodno preporuci.

Navoj mm	MOMENT PRITEZANJA (Nm)±10%		
	5.6	8.8	10.9
M6	8	10	15
M8	20	25 (20)	35(30)
M10	40	50	70

Ax		bx		cx		Radio		List broj	2
						Odobri		Br.	7

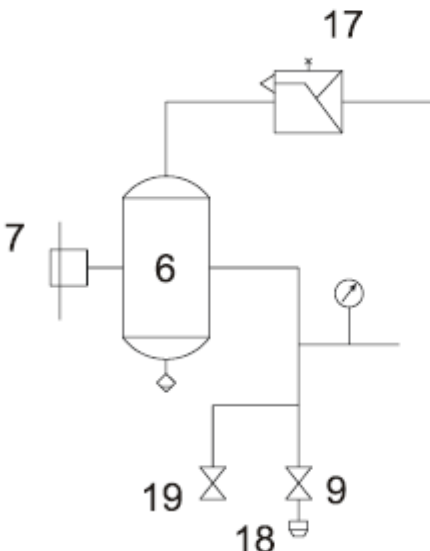
 Prva petoletka Kočna tehnika DD Trstenik	UPUTSTVO ZA ISPITIVANJE	UI 5 115 01 135 0												
Kompresore pregledati vizuelno na zaptivnim mestima da bi se eventualno uočila pojava ulja iz unutrašnjosti kompresora. Ispitane i kvalitetne kopresore postavljati na određeno mesto radi daljeg postupanja (postavljanja zaštitnika u navoje, pakovanje po propisu...) 3. Ispitivanje potrošnje ulja Priprema ispitivanja Po završenom ispitivanju iz tačke 2.2 kao što je naglašeno u uvodu odabrani kompresor za proveru potrošnje ulja ostaviti priključen na alatu. Odvojiti potisni vod P od potisnog priključka. Posebno pripremiti papir, izmeriti njegovu težinu na decimalnoj vagi tačnosti 0.0001, upisat izmerenu vrednost i isti pričvrstiti na odgovarajući držač. Držač postaviti na rastojanju od 10 cm od potisnog priključka. 3.2 Ispitivanje Pustiti u rad pumpu za ulje (2) i pumpu za vodu (4) uklju-iti kompresor (1) na $n=3000 \text{ min}^{-1}$ i $p=0$ vreme rada kompresora treba da bude 10 min. Po isteku vremena od 10 min zaustavite kompresor (1), pumpu za vodu (4) i pumpu za ulje (2) pažljivo skinuti papir sa držača, izmeriti njegovu težinu na vagi i zapisati izmerenu vrednost. Razlika težina posle i pre ispitivanja predstavlja količinu potrošenog (izbačenog) ulja i ona treba da se kreće u granici do 0.13 gr/10min. Po potrebi ispitivanje može biti ponovljeno. Svode) i količinu potrošenog ulja na vreme od 1 h ona ne sme da prekorači vrednost od 0.8 gr/h. U slučaju da vrednost koja je izmerena bude veća od propisane potrebno je ispitivanjem cela serije utvrditi uzroke nedozvoljene potrošnje ulja. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">broj obrtaja min^{-1}</th> <th colspan="2" style="width: 80%;">potrošnja ulja gr/h</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;">zadato</th> <th style="width: 40%;">izmereno</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3000</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td></td> </tr> </table> 4. Ispitivanje kompresora na vek Ispitivanje kompresora na vek ima za cilj da se utvrdi dinamička izdržljivost delova kompresora kao i njihovo ponašanje tokom dužeg rada. Osim provere intenziteta habanja delova obavezno sprovoditi kontrole prema tačkama 2 i 3, i registrovati njihove vrednosti u odnosu na zadate vrednosti. 4.1. Priprema ispitivanja Namontiran kompresor predviđen za ispitivanje na vek postaviti na probni sto i ispitati prema tačkama 2 i 3. Ako je kompresor zadovoljio uslove, demontirati ga i dobro oprati delove. Delove obeležiti a zatim izmeriti na mestima predviđenim mernim mestima.			broj obrtaja min^{-1}	potrošnja ulja gr/h		zadato	izmereno	3000	0.8					
broj obrtaja min^{-1}	potrošnja ulja gr/h													
	zadato	izmereno												
3000	0.8													
Br. regist.														
Dat. kopir.														
Br. kopije														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Ax</td> <td style="width: 10%;">bx</td> <td style="width: 10%;">cx</td> <td style="width: 10%;">Radio</td> <td style="width: 10%;">List broj</td> <td style="width: 10%;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Odobri</td> <td style="text-align: center;">Br</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> </table>			Ax	bx	cx	Radio	List broj	3				Odobri	Br	7
Ax	bx	cx	Radio	List broj	3									
			Odobri	Br	7									

	Orva petoletka Kočna tehnika DD Trstenik	UPUTSTVO ZA ISPITIVANJE	UI 5 115 01 135 0
---	---	-------------------------	-------------------

4.2 Alat za ispitivanje

Alat za ispitivanje iz tačke 1.1 dodatno opremiti regulatorom pritiska (17), blendom (18) i slavinom (19).

Regulator omogućava rad kompresora pod opterećenjem i bez opterećenja a blenda simulira potrošnju vazduha iz rezervoara.



17. regulator pritiska

18. blenda

19. slavina

4.3 kompresor ponovo namontirati i priključiti na probni sto.

Za rad kompresora obezbediti uslove iz tačke 1.2.1 i 1.2.2

4.4 Uključiti pumpe (2) i (4) i pustiti kompresor u rad pri $n=3000 \text{ min}^{-1}$ i $p=0 \text{ bara}$

Kompresor tako treba da radi 30 min a zatim postepeno opterećivati sap o 15 min rada na pritiscima 4; 6 i 8 bara.

Posle rada kompresora na jednom pritisku, kompresor rasteretiti preko rezervoara (6) i slavine (19) pa opteretiti do sledećeg pritiska.

Izvršiti vizuelnu kontrolu spojeva i elemenata instalacije i otkloniti eventualne nedostatke.

4.5 Uključiti kompresor da radi neprekidno pri $n=3000 \text{ min}^{-1}$ i $p=8 \text{ bar}$.

Istovremeno naregulisati blendu (18) tako da regulator (17) uključuje i isključuje u jednakim vremenskim razmacima.

4.6 posle 50 h rada kompesor ispitati prema tačkama 2 i 3, demontirati, oprati delove i izmeriti kao u tački 4.1 a mere upisati u merne listove.

Kompresor zatim namontirati ispitati ponovo prema tačkama 2 i 3 i pustiti rad kao u tački 4.5

4.7 Ispitivanja i merenja nastaviti na 200, 500 i 1000 h rada.

Posle 1000 h rada kompresor ispitati prema tački 2 pa uporediti vremena punjenja rezervoara na početku vremena punjenja rezervoara na početku in a kraju ispitivanja.

Taj odnos ne bi trebao da bude manji od 0.8.

Ispitivanje prema tački 3 na početku i na kraju ne treba da prelaze granicu od 0.80 gr/h

4.8 upoređujući rezultate mera na početku i na kraju rada od 1000 h odrediti stepen istrošenosti pojedinih delova i njihov uticaj na funkciju kompresora.

4.9 Kontrolišući podmazivanje i hlađenje kompresora merenja prema tačkama 2 i 3 kao i prema 4.1 obaviti na 2000 h i 3000 h rada.

Br. regist.	Ax	bx	cx	Radio	List broj	4
Dat. kopir.				Odobri	Br.	7

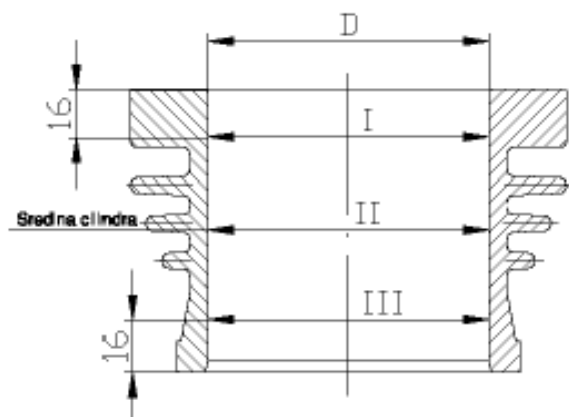


Drva Dotoletika
Košna tehnika OD
Trstenik

UPUTSTVO ZA ISPITAVANJE

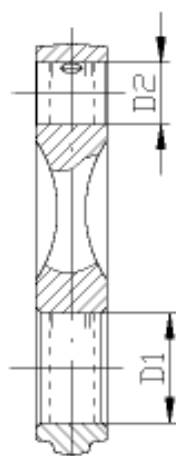
UI 5 115 01 135 0

Cilindar 5 115 01 010 4



Prečnik cilindra	Mesto mesto					
	I		II		III	
	0°	90°	0°	90°	0°	90°
D						

Kipnjača 5 115 03 003 2

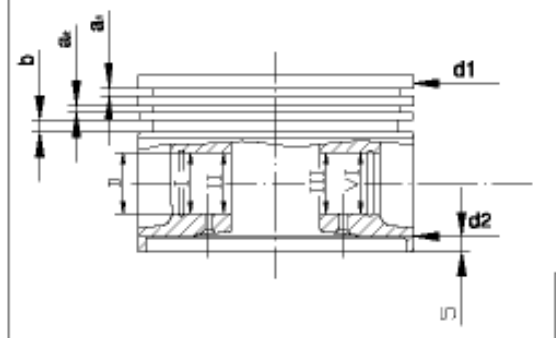


Prečnik otvora	Mesto mesto			
	I		II	
	0°	90°	0°	90°
D1				
D2				

Izveštač	ah	bh	ch	Izradio		List broj	6
				Odobrio		Br. lista	7

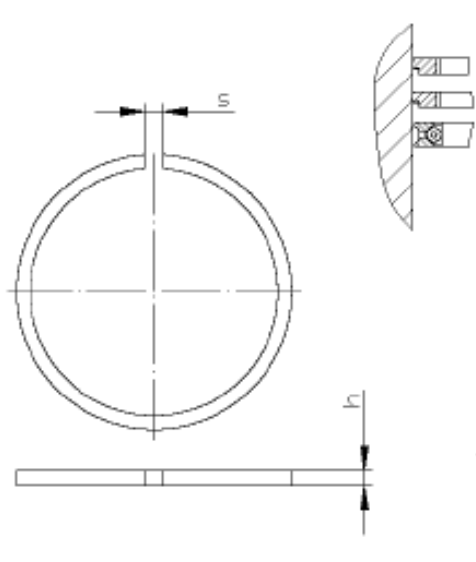
 DRVO PETALETINA Košna tehnika DOO Trstenik	UPUTSTVO ZA ISPITAVANJE	UI 5 115 01 135 0
---	--------------------------------	--------------------------

Kip 5 114 02 510 2

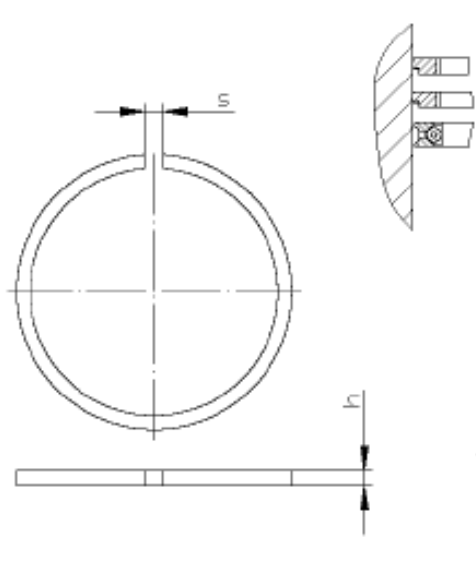


Prečnik kipa	Merno mesto	
	0°	90°
d1		
d2		

Širina kanala za klipne prstenove	Merno mesto	
	0°	90°
a1		
a2		
b		



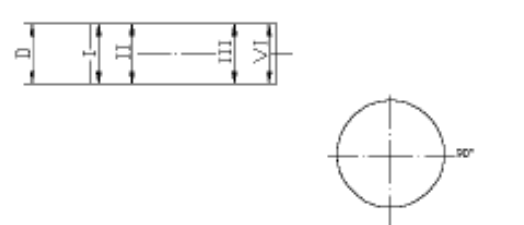
Prečnik otvora za osovinicu	Merno mesto							
	I		II		III		IV	
	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°
D								



Klipni prsten 5 114 02 900 4 (S1)
 Klipni prsten 5 114 02 900 4 (S2)
 Ujni prsten 5 114 02 905 2 (U)

Tip klipnog prstena	Debljina h klip. prstena		Zazor s na prečniku prstena
	0°	90°	
S1			
S2			
U			

Osovinica 5 114 04 502 4



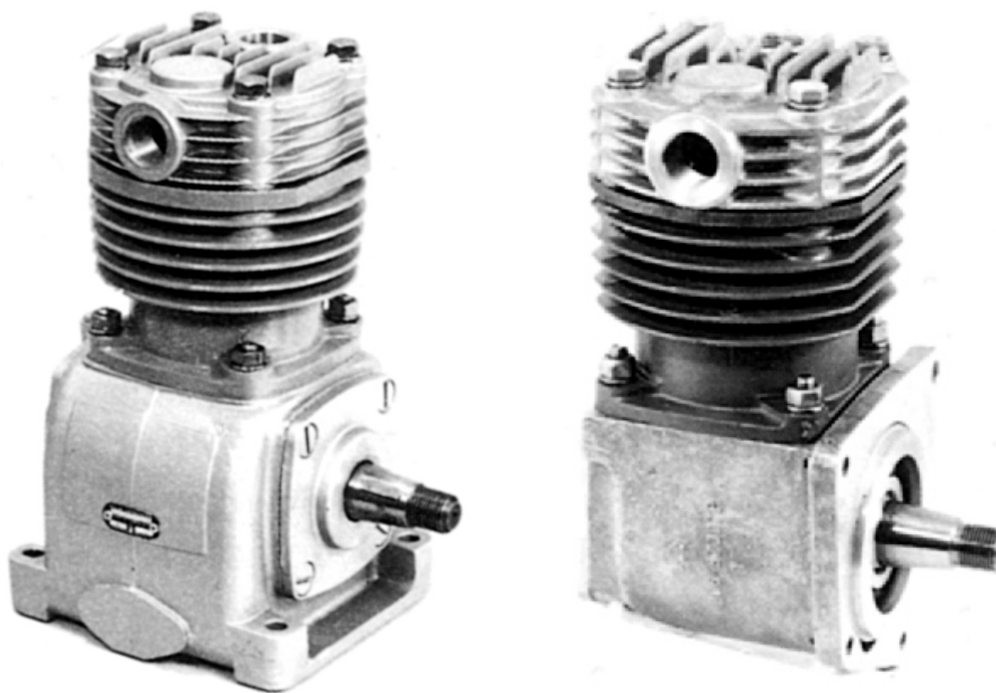
Prečnik osovinice	Merno mesto							
	I		II		III		IV	
	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°
D								

Izmjena	ah	bh	ch	Izradio		List broj	7
				Odobrio		Br. lista	7

6.0 ИНДУСТРИЈСКИ ДИЗАЈН

Дизајн је активност која има за циљ обликовање производа на такав начин да се они лакше и економичније производе, као и да се расположива знања и опрема користе на најефикаснији начин. Дизајн је креативна делатност чији је циљ постизање разних аспеката квалитета предмета, производа, услуга и њихових система током њиховог целокупног трајања. Производе и услуге свих врста треба обликовати како би контакт са људима био што успешнији. Индустијско обликовање је поступак претварања конструкционог решења и комерцијалних услова у предмете прилагођене специфичним тржиштима. [15] Што се тиче конструкције једноцилиндричних компресора ту се у даљој будућности не могу очекивати значајне промене, зато што се они мењају према специфичним начинима уградње. У основи сви компресори су слични, са истим механизмом тј. принципом рада и сличних одлика конструкције.

На новом моделу компресора уведене су одређене измене, колико је то било могуће, јер како је већ наглашено њихов облик зависи од специфичних начина уградње. Као основни, полазни модел, коришћен је модел из каталога ИХП ППТ Кочна техника А.Д. (Слика 6.1).



Слика 6.1 Компресори производње Прве петолетке

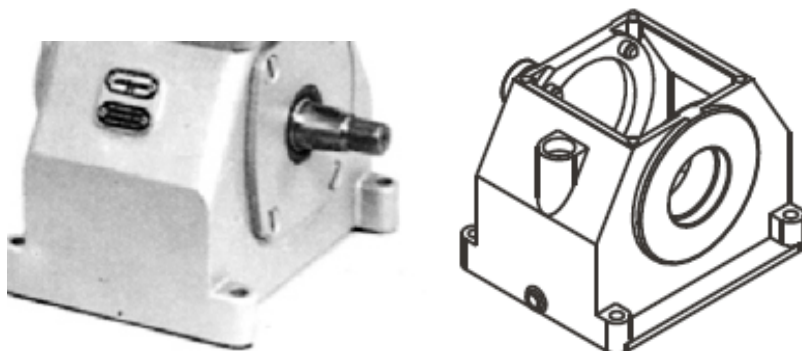
6.1 ДИЗАЈН КУЋИШТА

Код стандардних компресора израђују се кућишта великих габарита, лоше дизајнираних конструкцијских решења, што самим тим значи тежа израда калупа за ливење, неекономичност, и пре свега тежа конструкција.

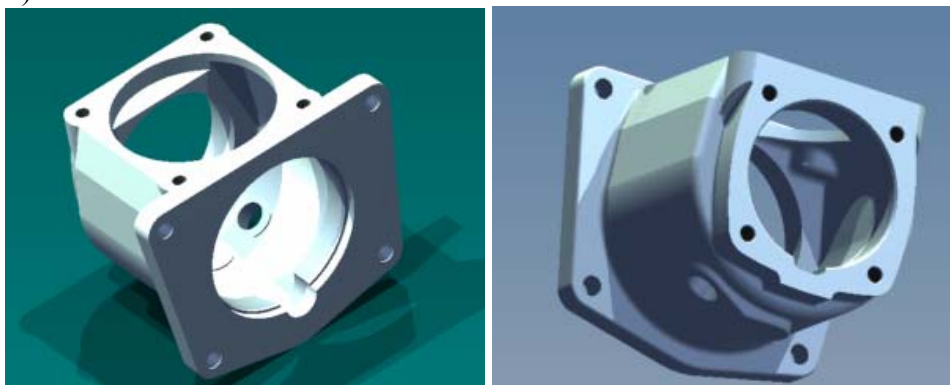
Кућиште израђеног модела би се изливало од легура алуминијума, у специјалним калупима за серијску производњу, у којима се омогућује лакше, квалитетније и брже ливење. То има пре свега предности приликом уградње, јер заузима мало места, лакша конструкција. Отпуштање уља би се вршило преко отвора на дну кућишта. Изглед

постојећих стандардних кућишта (Слика 6.2 а)) са погледа дизајна и функционалности би заостајали за овим конструкцијским решењем(Слика 6.2 б))

а)



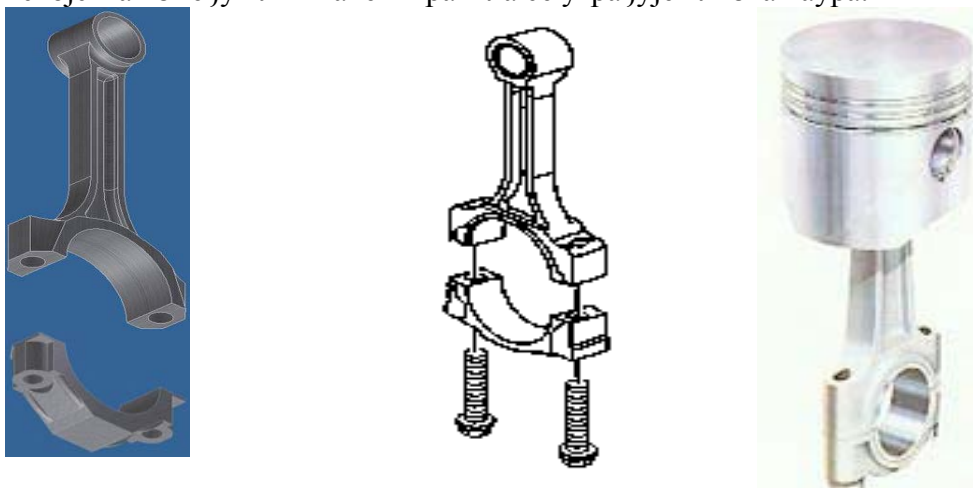
б)



Слика 6.2 а) Изгледи постојећих стандардних кућишта, б) предлог нових конструкционих решења

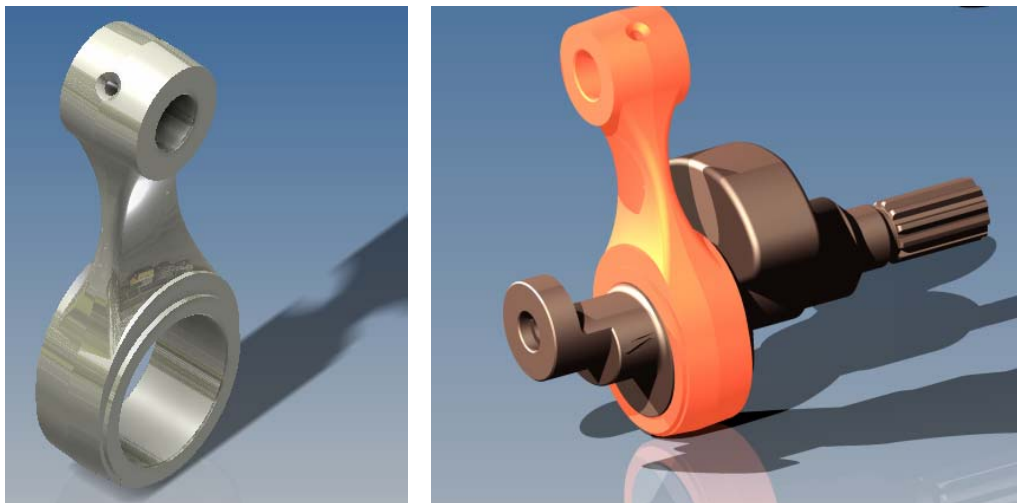
6.2 ДИЗАЈН КЛИПЊАЧЕ

Клипњача као један од главних делова компресора, која кружно кретање вратила претвара у праволинијско кретање клипа. Клипњаче које се уграђују у стандардне компресоре (Слика 6.3) су сложенијег облика, дводелне, што додатно отежава монтажу. Монтажа на вратило се врши спајањем песнице помоћу завртања. Ове клипњаче се израђују ковањем чиме се додатно отежава и сама конструкција компресора. Због клизних својства између клипњаче и вратила се уграђује клизна чаура.



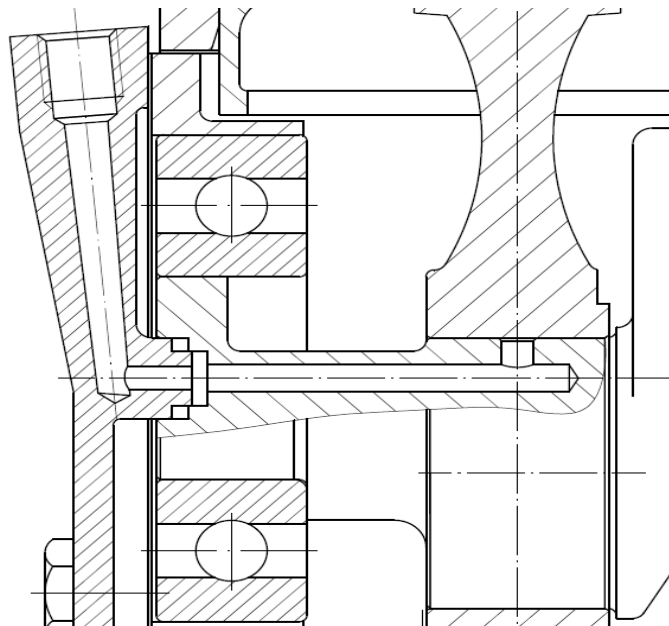
Слика 6.3 Клипњаче на стандардним компресорима

Клипњача израђеног модела (Слика 6.4) пре свега је једноделна, изливена у калупима, чиме је задовољена економичност. Ливењем се добија лакша и бржа израда, лакша конструкција у односу на ковану. Оваквом израдом се добија лепши и савременији изглед, и омогућава бржа и једноставнија монтажа навлачењем клипњаче на рукавац вратила.



Слика 6.4 Клипњача израђеног модела

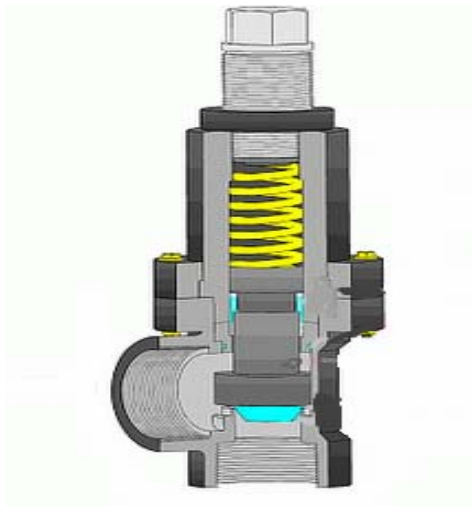
Решење подмазивања између велике песнице клипњаче и вратила решен је преко отвора на вратилу за доливање уља, које се врши преко поклопца кућишта (Слика 6.5).



Слика 6.5 Принцип подмазивања између клипњаче и вратила

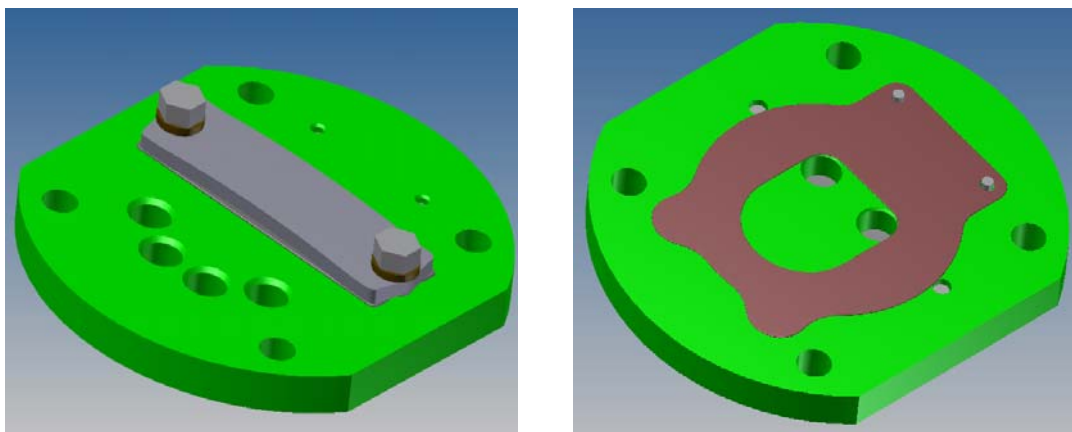
6.3 ВЕНТИЛСКА ПЛОЧА

Последњих година радило се на поједностављењу примања и испуштања ваздуха у систем. Због сложености израде вентила на усином и потисном воду и проблема са буком, сложени вентили (Слика 6.6) су замењени вентилском плочом и ламелом. Заменом вентила добила су се два вода висе, такозвани “или-или” систем, што значи да се компресор на систем може повезивати комбинацијом четири вода уместо два.



Слика 6.6 Вентили уграђивани у водове главе цилиндра

Вентилска плоча са четири отвора за примање ваздуха, и два за испуштање, и ламелом и држачима ламеле, представљају једноставније решење, а самим тим омогућавају и тиши рад компресора. Ламела се израђује на пресама од танке, веома еластичне УХБ траке, која има одличну отпорност према корозији. Вентилска плоча са ламелом приказана је на Слици 6.7.



Слика 6.7 Вентилска плоча са ламелом

7.0 ЗАКЉУЧАК

Конструисање механизма, склопова и делова машинских систем као и машинског система треба да омогући погодно и лако доступно одржавање свих радних функција у току експлоатације.

Једноцилиндрични компресор је данас зрео производ. Заједнички напори великог броја компанија под утицајем сила тржишта резултирају у малом и ефикасном, поузданом и трајном компресору. Данас сваки конструкциони детаљ има своју улогу и значи много. И мала разлика ће дати мали, али значајан напредак који се даље може искористити за предност сваке компаније понаособ.

Иако само константни и упорни напредак покреће клипне компресоре напред, још увек постоји место за мање више револуционарне методе и процедуре које резултирају у значајно бољем производу, као што је то, на пример, генерација компресора са једноставнијом израдом делова, као у овом случају клипњаче, једноставније решење усисних и потисних водова за компримовање ваздуха. Оваквим променама може се очекивати једноставнија израда делова, монтажа и демонтажа, лакша конструкција а самим тим и економичнија серијска производња.

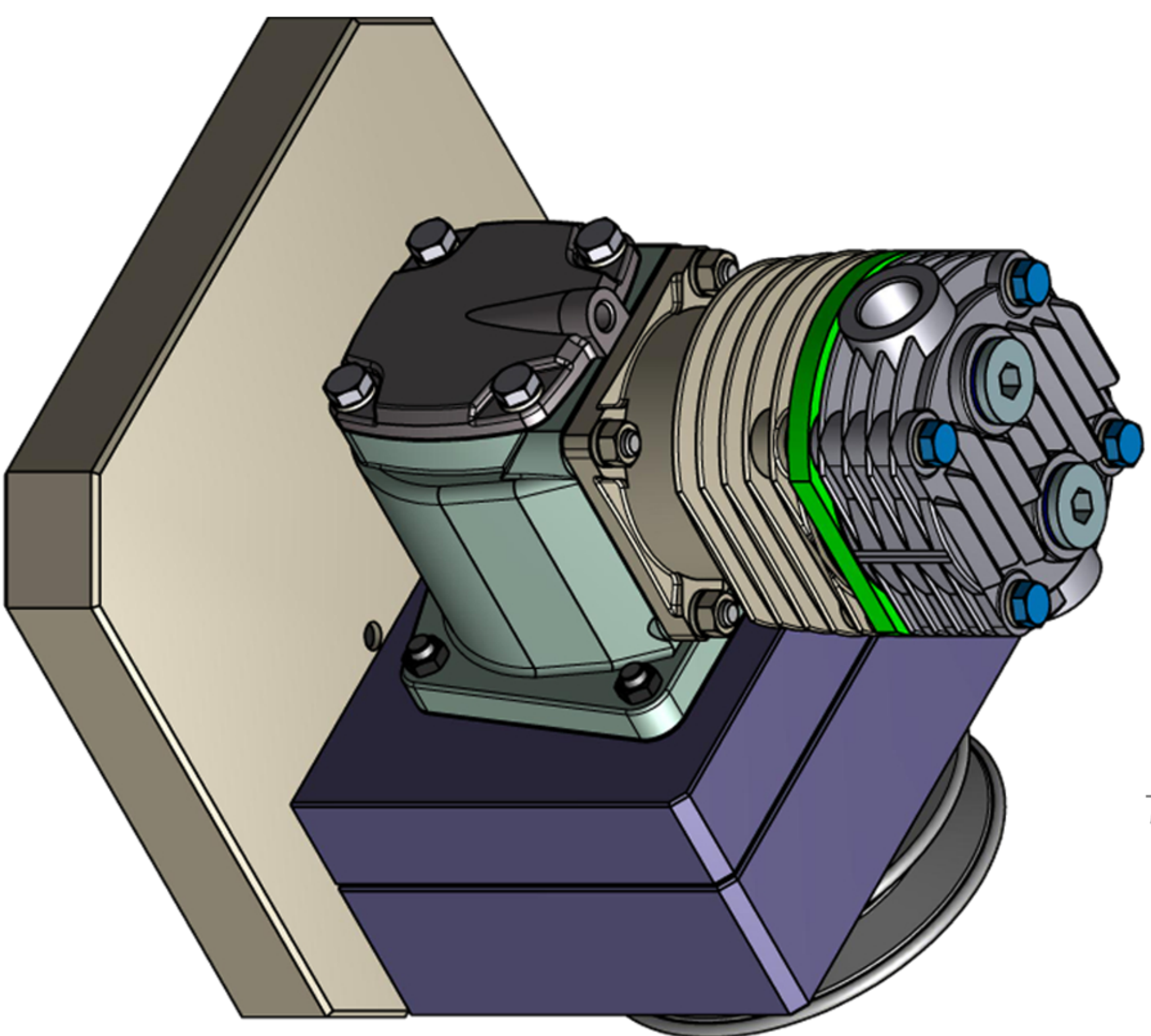
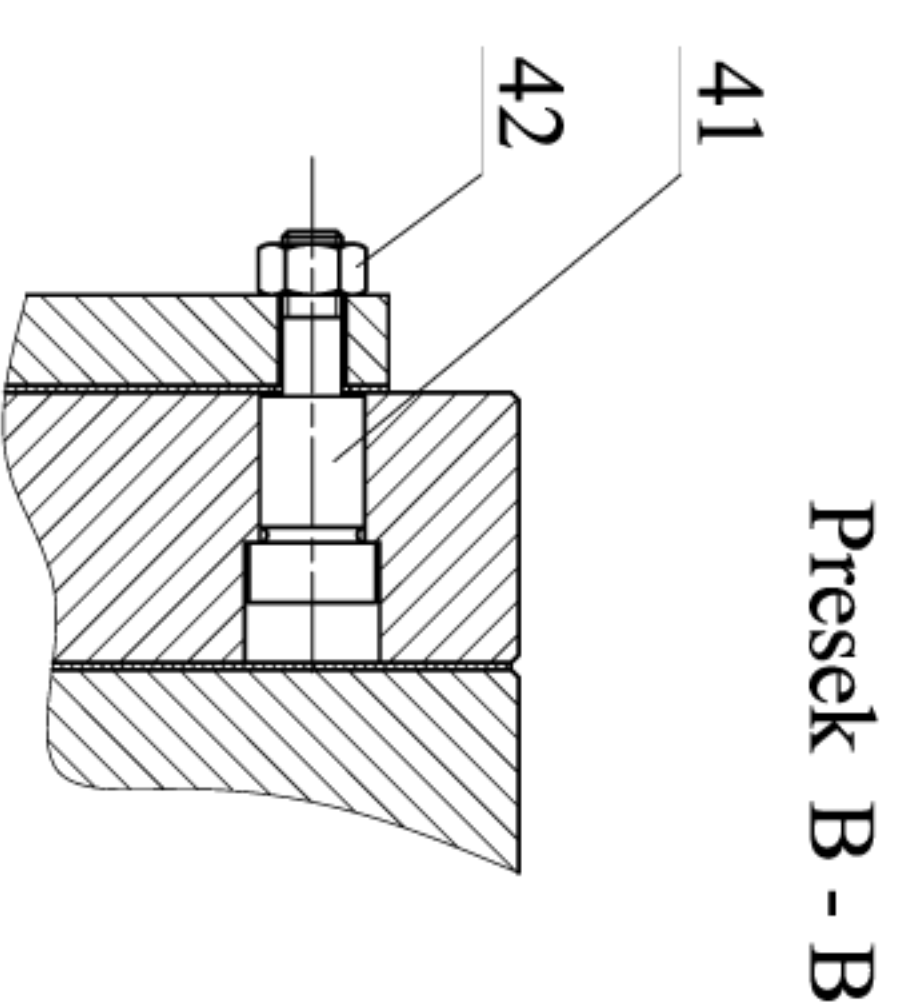
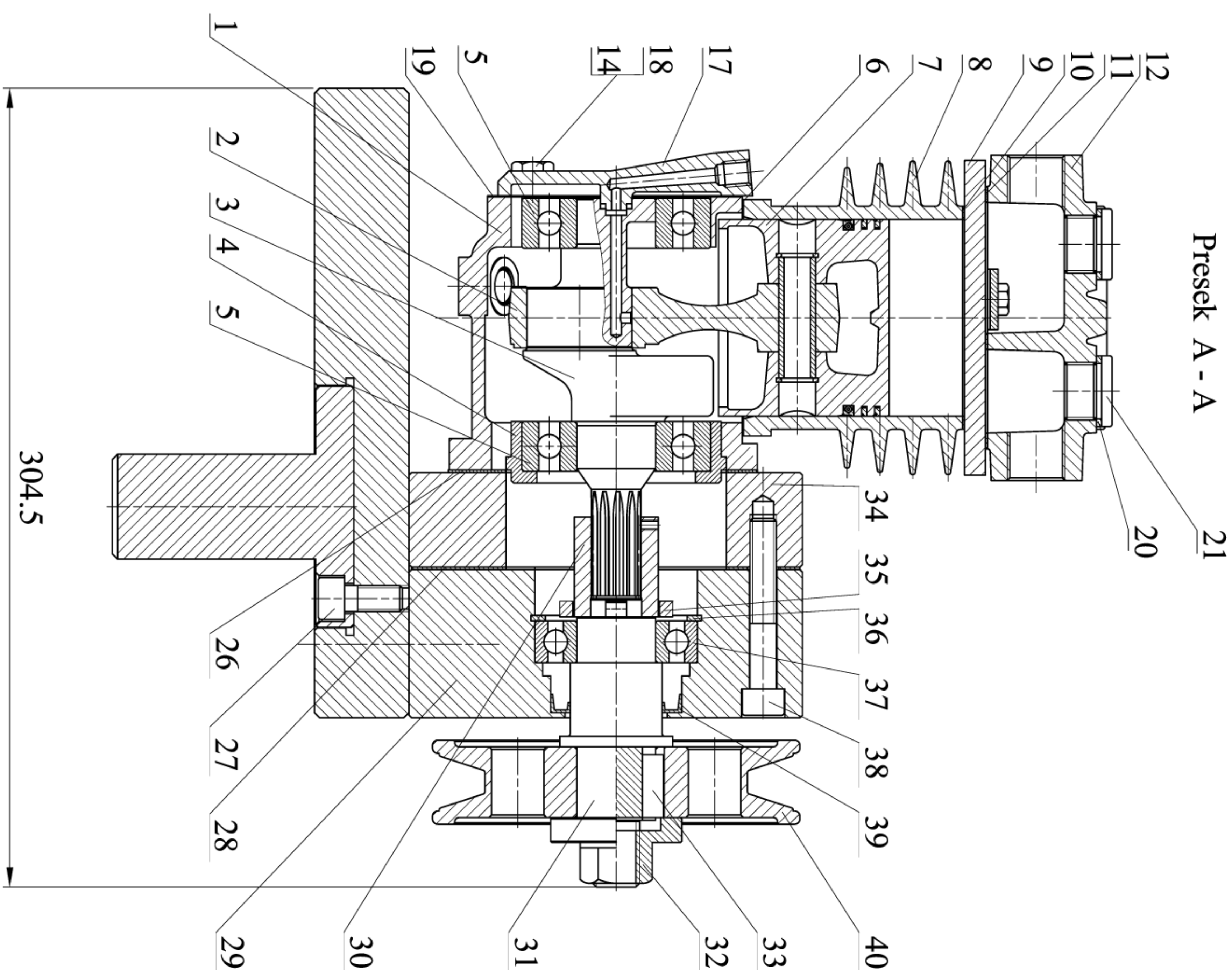
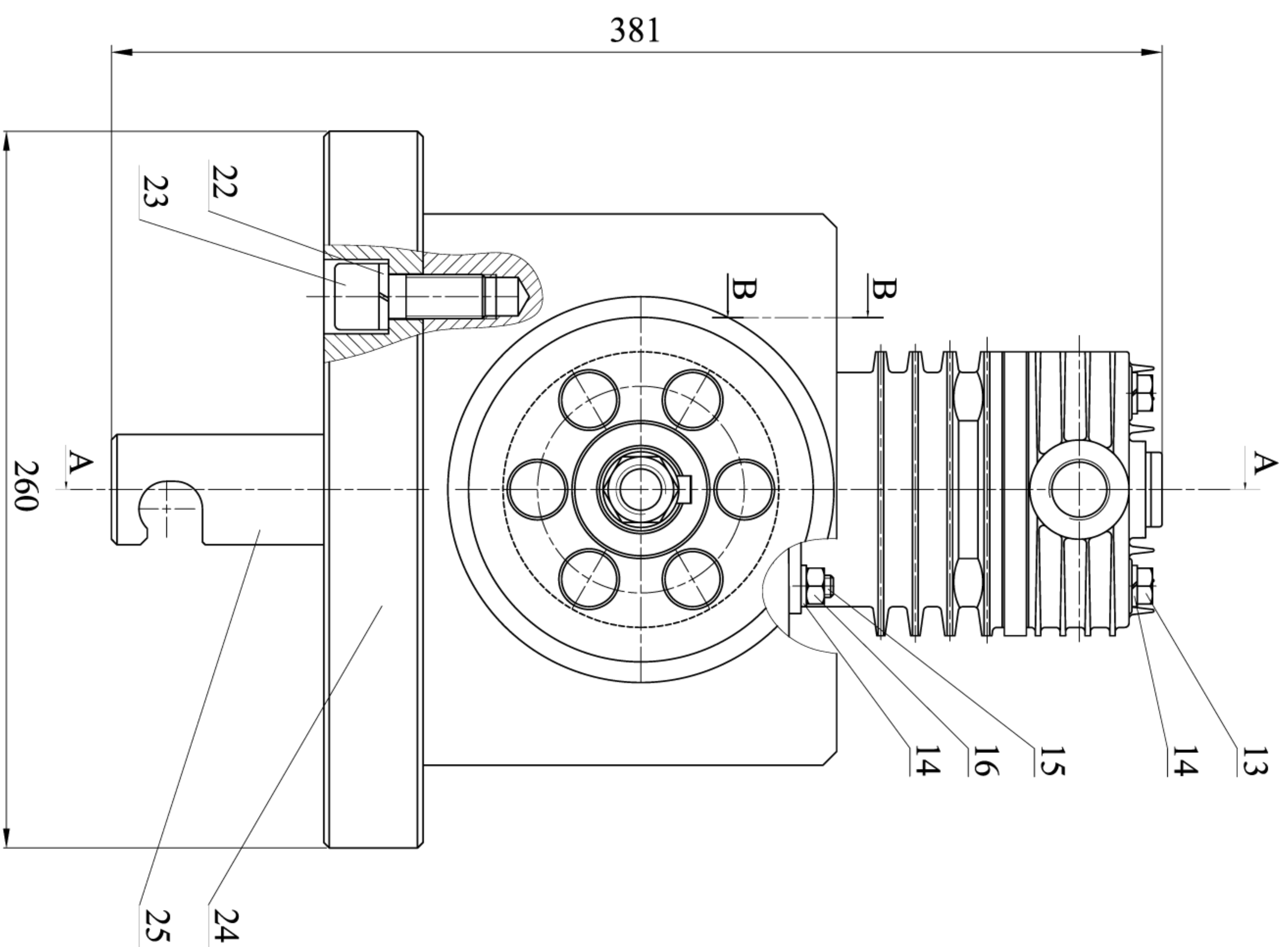
У погледу конструкције клипни компресори се не мењају значајно већ се само прилагођавају специфичним начинима уградње и ту у будућности не треба очекивати неке радикалне промене. Може да се закључи да се развој клипних компресора креће у оквиру реалних потреба тржишта. У технолошком погледу увек може процес производње да се унапреди, а самим тим да се квалитетније и јефтиније производи.

Резултат овог рада представља модификацију појединих елемената компресора, што подразумева лакшу и јефтинију израду у односу на постојеће. Целокупни дизајн производа је усмерен ка поједностављењу већ постојећих конструкција са примесама атрактивног дизајна који сам по себи поред функционалности носи и атрибут лепог производа. У многим случајевима ова карактеристика је пресудна за одабир купца који у данашње време има могућност да врши одабир од мноштва сличних производа. Једноставни дизајн производа такође омогућава и лакшу и једноставнију уградњу производа који је дизајниран да изгледа што компактније.

На крају се долази до закључка да савремени научно технички прогрес захтева да свака нова конструкција машинског система буде ефикаснија и боља од оне која јој претходи. Постизање овог циља могуће је само на бази нових стваралачких достигнућа науке и технике и уз пуно познавање постојећих информација на садашњем степену развоја машинског конструисања.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Марјановић. Н. : *Методe конструктисања*, Машински факултет, Крагујевац , 1998.
- [2] Николић В. : *Машински елементи*, Машински факултет, Крагујевац, 2004.
- [3] Јовичић С. : *Основи конструктисања*, Машински факултет, Крагујевац, 2002.
- [4] Павковић Б. : *Компресори*, Технички факултет, Ријека, 2006.
- [5] Северин К. : *Клипни компресори намењени за рад у угроженом простору* , Ех-Агенција, Загреб, 2010.
- [6] Wurm J. : *Pregled trenda razvoja rashladnih kompresora*, Gas Technology Institute, SAD 2011.
- [7] Стошић Н. : *Savremenu razvoj konstrukcije i prouzvodnje kompresora*, Centre for Positive Displacement of Compressor Technology, City University, London EC1V OHB, 1999.
- [8] Sanwa iron works. CO., LTD.,: *Air compresson*, Shizuoka, Japan, 1997.
- [9] Naval Facilities Engineering Command. : *Maintenance and Operation of Air Compressor Plants* , Alexandria, Virgin, USD, 1989.
- [10] Индустија хидраулике и пнеуматике Прва петолетка Трстеник, А.Д. Кочна техника,: *Каталог производа кочионе технике*, Трстеник, 2012.
- [11] Радосављевић Г., *Конструкција и прорачун компресора за кочионе системе на тракторима*, Трстеник, 1978.
- [12] www.wikipedia.com, приступљено у марту 2012.
- [13] Малеш Н., *ПНЕУМАТИКА И ХИДРАУЛИКА*, Висока техничка школа, Бјеловар, 2011.
- [14] Ивановић Ј.: *Предавања из предмета Индустијски дизајн*, школске 2010/2011, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2010
- [15] Кузмановић С.: *Индустијски дизајн*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2012.

[illegible]