

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Основи конструисања

Број индекса: 95/2009

Мирослав С. Стојковић
Типизација фамилије редуктора
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **др Ненад Марјановић - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да проучи препоручену, као и ширу литературу која се односи стандарде и типизацију. На бази усвојеног знања кандидат треба да објасни основне принципе стандардизације и типизације и начин на који се типизирају машински системи. Даље у раду кандидат треба покаже на примеру како се врши типизација фамилије редуктора.

Препоручена литература:

Јовичић С., Марјановић Н., Основи конструисања, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2011.

Орлов П., Основи конструисања (Fundamentals of machine design), Научна књига - машинство, Москва, 1976.

Крагујевац, октобар 2012. год.

ментор:

др Ненад Марјановић

Резиме :

У овом раду описан је развој стандардизације и објашњен принцип типизације. Приказани су стандардни бројеви и њихово коришћење при стварању низова величина. Типизација се заснива на разради и избору најповољнијег низа истоврсних производа и базирана је на најуспешнијим решењима из целог опсега постојећих облика, величина, квалитета и димензија. Дати су примери типизације фамилије редуктора.

Кључне речи: стандард, низ, типизација.

Summary :

This work described the development of standardization and explains the principle of typisation. The standard numbers and their usage on the development of series of sizes have been represented. The typisation is based upon the most successful solutions from the entire range of existing forms, sizes, qualities and dimensions. The examples of typisation of the family of redactors have been given.

Key words: standard, series, typisation

Садржај

1. Увод	5
1.1 Историја стандардизације.....	5
1.2 Стандард.....	5
1.3 Облици стандардизације.....	7
2. Типизација.....	12
2.1 Стандардни бројеви и типизација конструкција	12
2.1.1 Множење станардних бројева.....	17
2.1.2 Дељење стандардних бројева.....	18
2.1.3 Степеновање стандардних бројева.....	18
2.1.4 Кореновање стандардних бројева.....	19
2.2 Примена стандардних бројева у стварању низова величина.....	19
2.3 Коришћење стандардних бројева.....	21
2.4 Кошијев критеријум сличности у типизацији производа.....	24
3. Пример типизације Редуктора.....	25
3.1 Типизација редуктора по каталогу „ Север “	25
3.2 Пример типизације по каталогу фирме „ ЕлектроМотор - Шимон “	36
3.3 Пример типизције по каталогу фирме „ Беотехника “	41
4. Закључак.....	48
5. Литература.....	49

1. Увод

1.1 Историја Стандардизације

Стандардизација као средство постизања реда у одређеној области, јесте дисциплина која је стара колико и свет. Стандардизација је чинилац који помаже да се искористи материјално богатство ума које је нагомилано вековима у разним областима. Стандардизација олакшава умни рад, уноси ред, доприноси стварању поверења, упрошћава и унапређује пословање. Природне појаве као што су кружење планета и сунца, рад пчела, мрав, спајање атома водоника и кисеоника у молекула воде јесу примери стандарда.

Почеци стандардизације:

- Стари Египат, пре 5000 година: обликују се стандардизовани камени блокови одређених димензија за изградњу пирамида,
- Стари Рим: за изградњу градског водовода израђиване су цеви истих промера,
- Стара Грчка: кратак опис поступка изградње стубова, исклесан у камену – чува се у Бриселу,
- У XIV и XV веку, у Венецији, грађени су бродови са истоврсним елементима опреме,
- У XVIII веку – почетак војне стандардизације од снабдевача оружјем и муницијом ради масовније израде.[1, 3]

1.2 Стандард

У техници се под стандардом подразумева договорен и утврђен пропис техничког карактера, донешен ради постизања економских и других погодности. Стандарди су резултат конкретног рада на стандардизацији, обављеног на бази достигнућа науке и праксе и донети од стране надлежне институције. Синоним речи стандард је латинска реч норма са значењем: правило, образац, инструкција.

Користи од примене стандарда су вишеструке јер се њима постиже:

- побољшање квалитета и трајности производа,
- економични избор најцелисходнијих технолошких процеса,
- олакшан избор потребних материјала и сировина,
- погодан избор бројних вредности разних параметара и техничких и других карактеристика индустријских производа,
- утврђивање најбољих типова и асортимана производа,
- избор најцелисходнијих принципа прорачуна и метода конструисања и самих облика конструкција са циљем да се обезбеди функционалност, сигурност и рационалност,
- олакшано конструисање као и комуницирање и споразумевање конструктора међу собом и са технолозима, произвођачима и потрошачима,
- отклањање неспоразума у трговини, заштита интереса потрошача и подизање општег стандарда друштва,
- повећање економичности конструисања и израде уз побољшање заштите на раду и смањење залиха готових производа и
- олакшана разменљивост машинских делова и склопова са увођењем типизације и унификације.

Примена стандардизације у конструисању, односно у конструкционим бироима индустријских предузећа има можда већи значај него што је њена примена у осталим организационим јединицама предузећа. Разлог томе је што се при конструисању уводе стандарди у основна решења конструкције и у њену разраду да би се касније при изради ти стандарди реализовали. Конструктор треба да солидно познаје стандарде везане за конструисање а сваки конструкциони биро треба да поседује одређене збирке стандарда зависно од врсте производње дотичног предузећа. Често се у циљу одржавања тих збирки у ажурном стању и ради праћења нових стандарда као и формирања фабричких стандарда организују посебне фабричке службе стандардизације.

Збирка стандарда коју користи конструктор треба обавезно да садржи стандарде о цртежима у машинству, стандардним бројевима, толеранцијама мера, облика и положаја, квалитетима површинске обраде и начинима њиховог приказивања на цртежима, навојима и толеранцијама за навоје, геометријским елементима машинских делова као

што су радијуси заобљења, конуси, жљебови и сл., машинским елементима који се често користе као нпр. завртњи, лежишта, зупчаници итд. Сем овога неопходна је примена стандарда о материјалима и полуфабрикатима јер они дају неопходне податке о потребним особинама материјала и величинама и облицима полуфабриката који су конструктору база за формирање конструкције.

1.3 Облици стандардизације

У сврху постизања основних циљева стандардизације основан је посебан комитет међународне организације ISO за изучавање научних принципа стандардизације. Овај комитет је дефинисао основне термине у области стандардизације. Према тој дефиницији, стандардизација је стварање и примена правила у циљу уређивања делатности у одређеној области на корист и при учешћу свих заинтересованих страна а нарочито за постизање оптималне економичности и сигурности уз одржавање услова експлоатације (коришћења). Стандардизација је базирана на свеобухватним достигнућима науке и технике и практичном искуству и одређује основу не само садашњег него и будућег развоја. Због тога стандардизацију треба посматрати нераздвојно са прогресом. Из овога проистиче да је стандардизација свеобухватни термин за широку област човекових делатности.

Као најчешћи облици стандардизације сматрају се унификација, типизација, разменљивост и спецификација.

Унификација као термин потиче од латинске речи „ unio “ – јединствено и „facere“ правити и састоји ти се у прописивању јединствених критеријума, облика и димензија у циљу њихове широке примене у дотичној области. Она обухвата :

- изналажење и утврђивање јединствених критеријума за конструисање, израду и испитивање материјала, полуфабриката и производа,
- утврђивање заједничких конструкцијских детаља, машинских делова и склопова који ће се користити у великом броју машина и постројења и
- предузимање потребних мера за остварење принципа размењивости делова, склопова и производа.

Примена унификације се састоји у коришћењу једнообразних елемената у једној или више различитих конструкција чиме се постиже смањење броја различитих елемената, поједностављује израда, упрошћава експлатација и одржавање и сл.

Унификација конструкцијских детаља односи се на стварање једнообразности у облицима и мерама различитих конструкцијских детаља машинских делова као што су :

- пречници, конуси, жљебови, и прелази код осовина и вратила,
- пречници, типови навоја, налегања и класе тачности завртњева и навртки,
- модул, типови зубаца и класе тачности код зупчаника итд.

Оваква унификација омогућава да се смањи број врста обрадних, мерних и монтажних алата.

Унификација машинских делова и склопова обухвата стварање једнообразних делова и склопова који ће бити примењени већи број пута у истој машини (унутрашња унификација) или у више машина различитих намена (спољашња унификација). Чињеница је да постоји цео низ делова и склопова који су слични па се могу унифицирати чиме се избегава да се свака машина посматра као специфична и да се сви делови и склопови конструишу искључиво за ту машину. За унифициране делове и склопове који су ушли у стандарде не постоји потреба за посебним конструисањем јер су они у потпуности дефинисани стандардима чиме се штеди на времену конструисања.

Степен унификације машинских делова и склопова у некој конструкцији може се одредити на различите начине. Он се може израчунати као однос броја унифицираних машинских делова према укупном броју делова и склопова који улазе у конструкцију али је недостатак овакве дефиниције што се не узима у обзир специфична вредност појединих склопова и делова у конструкцији. Други начин представљања степена унификације машине је у облику односа масе унифицираних делова и склопова према укупној маси конструкције. Трећи и можда најреалнији показатељ степена унификације је кроз однос цена унифицираних делова и склопова према укупној цени конструкције, али је његово одређивање нешто теже у односи на прва два начина.

Што се тиче оцене унутрашње унификације неке конструкције, користи се тзв. степен понављања који се изражава као однос броја различитих целина (делова или

склопова) у машинској конструкцији и укупног броја и различитих и истих целини у конструкцији. Он се одређује на основу спецификације делова и склопова и карактерише усавршеност конструкције с обзиром на скраћење номенклатуре делова и склопова. У рационалним конструкцијама овај степен понављања се креће у границама од 40% до 60%.

Унификација као делатност у стандардизацији тесно је везана са спецификацијом, типизацијом и размењивошћу производа, а такође и са тзв. симплификацијом. Симплификација се састоји у упрошћавању и острањивању излишног. Она подразумева искључивање разнородности производа, његових саставних делова и склопова у случају када оне нису неопходне, или пак, обрнуто задржавање без промена само оних једнородности које су неопходне.

Типизација обухвата разраду и избор најповољнијег низа истоверсних производа и она је базирана на најуспешнијим и најцелисходнијим решењима из целог опсега постојећих облика, величина, квалитета, и димензија. На тај начин у индустрији се решава онај задатак који природна селекција решава у живом свету. Задовољавањем потреба за стварањем фамилија једнородних производа, различитих величина, при чему је избор чланова фамилије такав да се са што мањим бројем величина покрију потребе корисника и потрошача, остварује се основни задатак типизације. [1]

При типизацији анализирају се не само већ постојећи типови и типичне мере производа, њихових саставних делова и склопова, него се разрађују и нови, перспективни типови који су у складу са развојем технике и индустрије.

Један од основних принципа стандардизације је остварење својства размењивости машинских делова и склопова са задатом тачношћу. Тако се обезбеђује могућност монтаже или замене при оправци без накнадног дотеривања или подешавања делова у склопу и склопова у машини. При овоме се морају одржати задати технички услови.

Делови и склопови су размењиви само онда када су њихове мере, облици, физичка својства материјала и друге квалитативне и квантитативне карактеристике

налазе у задатим границама. У првом реду треба да буду размењиви делови и склопови од којих зависи поузданост, трајност и други експлоатациони показатељи. Та потреба за разменљивошћу нарочито је изражена код делова за осигурање рада.

С порастом квалитета и економичности машинских конструкција у задње време све већи значај има тзв. функционална разменљивост. Она је заснована на остварењу одређених функционалних параметара, као што су геометријски, механички електрични и други. Ови параметри утичу пак на експлоатационе параметре. Тако на пример од величине зазора између клипа и цилиндра као функционалног геометријског параметра зависи снага мотора са унутрашњим сагоревањем као експлоатационог параметра рада мотора. Функционални параметри су добили такав назив јер су они повезани с функцијом машинских делова, склопова и саме конструкције. Коришћењем метода прорачуна тачности машине о којој се води рачуна при изради машинских делова, постиже се функционална разменљивост. Она обезбеђује неопходну радну способност машине и стабилне експлоатационе показатеље.

Остварење принципа разменљивости има следеће предности:

- олакшан процес монтаже конструкције без дораде и подешавања уз свођење монтаже на просто повезивање делова и склопова од стране радника нижих квалификација,
- могућност лакшег нормирања послова монтаже по времену и организовање монтаже методом радне текуће траке,
- стварање предуслова за аутоматизацију и механизацију процеса израде и склапања производа као и повећање серија и масовности производње,
- упрошћење оправке и сервисирања конструкције јер сваки похабан или поломљен део или склоп може бити замењен резервним без икакве накнадне дораде и подешавања и
- стварање услова за широку специјализацију и кооперацију фабрика и фирми мале привреде.

Као још један посебан вид стандардизације јавља се тзв. спецификација. Она се спроводи са циљем да се дефинишу материјали, полу производи и производи на такав начин да се утврди њихов индетитет.

Спецификација се постиже увођењем номенклатуре, означавања и терминологије у прописане методе испитивања и контроле ради утврђивања индетитета и квалитета дотичне конструкције. Сажет текст техничких и економских услова које треба да задовољи неки материјал, полуфабрикат или производ као и прописани поступак по коме се одређује да ли су сви услови задовољени и представља њихову спецификацију.

2. Типизација

2.1 Стандардни бројеви и типизација конструкција

Међу најважније основне стандарде спадају они који се односе на стандардне бројеве. Стандардни бројеви представљају главно помоћно средство за спровођење основних видова стандардизације, и првенствено се они користе док се нестандартни бројеви избегавају.

Пре него што су уведени стандардни бројеви у данашњем облику у техници су коришћени аритметички низови бројева који су данас ређе у употреби. Код аритметичких низова разлика између суседних бројева низа је иста.

Нешто чешће од њих употребљавали су се ступњевити аритметички низови бројева као што су на пример:

1, 2, 3, ... , 10, 12, 14, ... , 22, 25, 28, ... , 40, 45, 50, ... , 70, 80, ...

Табела 2.1 Препоручени пречници метричке завојнице

Низ називних пречника метричн завојнице ISO																			
Низ	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	56	64	72	82
Разлика	--0,5---			----1-----			-----2-----			-----4-----			-----6-----			-----8-----			

Код ступњевитих аритметичких низова бројева у одређеном ступњу тј. опсегу низа бројева разлике између суседних бројева су исте, док је бројна разлика суседних бројева за различите ступњеве различита. У претходно приказаном низу те разлике су: 1, 2, 3, 5, 10, ... Данас се у неким областима машинства још увек користе овакви ступњевити аритметички бројеви јер постоји јака традиција коју је тешко променити. Као практичан пример примене оваквих низова бројева нека послужи низ препоручених називних пречника метричке завојнице ISO . У табели 2.1 према стандарду JUS M.BO.012 дат је низ тих пречника у области од 2 до 80 mm као и разлике суседних вредности бројева за поједине ступњеве.

Касније се дошло до закључка да коришћење геометријских низова бројева у стандардизацији има предност над коришћењем аритметичких низова. Главна предност је у томе што је пораст чланова геометријског низа сталан и постепен. Зато се стандардни бројеви базирају на геометријским низовима са истим односом вредности суседних чланова низа. Тај однос је назван фактором пораста или количником низа.

Стандардни бројеви су никли из протрбе да се из природног низа бројева одаберу извесни бројеви погодни за практичну употребу. Та потреба је дошла као последица тежње да се машине, машински делови, алати, и друго не производе у свим могућим величинама, већ у ограниченом разумно утврђеном броју величина.

Табела 2.2 Количници основних редова стандардних бројева [1]

Фактори пораста(количници) основних редова стандардних бројева				
Ознака основног реда	R5	R10	R20	R40
Фактор пораста(количник) q	$\sqrt[5]{10}$	$\sqrt[10]{10}$	$\sqrt[20]{10}$	$\sqrt[40]{10}$

У основне редове стандардних бројева, према ISO стандардима што је у складу са JUS стандардима, спадају геометријски редови бројева с фактором пораста односно количником реда q датим у табели 2.2 и са почетним бројем 1. Ови редови су обележени ознакама R5, R10, R20, И R40. Ознаку " R " носе у част француског пуковника Ренара (Renard) који је крајем IX века први применио стандардне бројеве за вредности пречника конопца за држањеваздушних балона. Тако су утврђена ова четири реда стандардних бројева од којих се највише користи ред R40:

ред R 5 – количник $q = \sqrt[5]{10}, \approx 1,6$

ред R 10 – количник $q = \sqrt[10]{10}, \approx 1,25$

ред R 20 – количник $q = \sqrt[20]{10}, \approx 1,12$

ред R 40 – количник $q = \sqrt[40]{10}, \approx 1,06$

Стандардни број се добија умножавањем претходног стандардног броја фактором пораста, односно количником реда. Овако добијени бројеви су благо заокружени у односу на тачне вредности геометриског низа (грешка је мања од $\pm 1\%$). У табели 2.3 дате су вредности стандардних бројева основних редова у првој декади. Остали чланови реда добијају се умножавањем бројева у првој декади са бројем 10 на одговарајући експонент. Тако се за бројеве у другој декади врши умножавање са 10 на први степен, а у трећој са 10 на други степен итд. За добијање стандардних бројева мањих од 1 врши се дељење са 10, 100, 1000, ...

Из табеле 2.3 се види да је најмања густина у реду R5 а да је та густина два пута већа у реду R10 четири пута у реду R20 и осам пута у реду ознаке R40.

Стандардним бројевима могу бити додељени тзв. називни бројеви (редни бројеви). Тако су према табели 2.3 називни бројеви реда R 40 у првој декади редни бројеви од 0 до 40. Уругој декади тога реда стандардни бројеви имаће називне бројеве од 40 до 80, у трећој од 80 до 120 итд. За стандардне бројеве испод 1 важе негативни називни бројеви. Ови називни бројеви се користе за лакше оперисање стандардним бројевима. Наиме множење стандардних бројева може се свести на сабирање одговарајућих називних бројева, дељење на одузимање а степеновање стандардних бројева на множење његовог називног броја одговарајућим експонентом. [1]

Типизација фамилије редуктора

Табела 2.3. Основни редови стандардних бројева [1]

СТАНДАРДНИ БРОЈЕВИ ОСНОВНИХ РЕДОВА ОД 1 ДО 10					
Ознака основног реда				Називни број реда	Подешени бројеви
R5	R10	R20	R40	R40	
1,00	1,00	1,00	1,00	0	
			1,06	1	1,05
			1,12	2	1,10
			1,18	3	1,15 ; 1,20
			1,25	4	1,20
			1,32	5	1,30
			1,40	6	
			1,50	7	
			1,60	8	1,50
			1,70	9	
1,60	1,60	1,60	1,80	10	
			1,90	11	
			2,00	12	
			2,12	13	2,10
			2,24	14	2,20 ; 2,25
			2,36	15	2,35 ; 2,40
			2,50	16	
			2,65	17	2,60
			2,80	18	
			3,00	19	
2,50	2,50	2,50	3,15	20	3,00 ; 3,20
			3,35	21	3,40
			3,55	22	3,50 ; 3,60
			3,75	23	3,80
			4,00	24	
			4,25	25	4,20
			4,50	26	
			4,75	27	4,80
			5,00	28	
			5,30	29	
4,00	4,00	4,00	5,60	30	5,50
			6,00	31	
			6,30	32	6,00
			6,70	33	6,50
			7,10	34	7,00
			7,50	35	
			8,00	36	
			8,50	37	
			9,00	38	
			9,50	39	
10,00	10,00	10,00	10,00	40	

Осим основних и изузетног реда за потребе типизације користе се и изведени редови стандардних бројева. Они настају када се од основног или изузетног реда узме сваки други или сваки трећи или у општем сличају сваки n-ти члан. Ови редови се означавају на пример као R5/2, R10/3, R40/5 и сл. Чланови реда R5/2 су на пример: 1; 2,5; 6,3; 16;..., односно сваки други стандардни број из основног реда R5.

Типизација фамилије редуктора

Потпуније се редови могу обележавати још и почетним или завршним или и почетним и завршним бројем када се жели истаћи да је ред са обе стране ограничен, нпр R20/2 (1,12.....) или R20/2 (1,12.....14). Тако се према табlici 2.3 у изведеном реду R20/2 (4,5.....18) налазе следећи бројеви:

$$4,5 - 5,6 - 7,1 - 9 - 11,2 - 14 - 18,$$

А у изведеном реду R20/3 (4,5.....18) бројеви:

$$4,5 - 6,3 - 9 - 12,5 - 18$$

Различити стандардни бројеви могу се, по потреби, међусобно комбиновати, нпр. У једном интервалу величина може бити усвојен као основа ред R5, а у другом интервалу R10.

Табела 2.4. Избор редова стандардних бројева [1]

КОЛИЧНИЦИ РЕДОВА СТАНДАРДНИХ БРОЈЕВА				
Количник q	Основни или изведени редови			
	R5/n	R10/n	R20/n	R40/n
1,06	-	-	-	R40
1,12	-	-	R20	R40/2
1,18	-	-	-	R40/3
1,25	-	R10	R20/2	R40/4
1,32	-	-	-	R40/5
1,40	-	-	R20/3	R40/6
1,50	-	-	-	R40/7
1,60	R5	R10/2	R20/4	R40/8
1,70	-	-	-	R40/9
1,80	-	-	R20/5	R40/10
1,90	-	-	-	R40/11
2,00	-	R10/3	R20/6	R40/12
2,12	-	-	-	R40/13
2,24	-	-	R20/7	R40/14
2,36	-	-	-	R40/15
2,50	R5/2	R10/4	R20/8	R40/16
2,65	-	-	-	R40/17
2,80	-	-	R20/9	R40/18
3,00	-	-	-	R40/19
3,15	-	R10/5	R20/10	R40/20
3,55	-	-	R20/11	R40/22
4,00	R5/3	R10/6	R20/12	R40/24
4,50	-	-	R20/13	R40/26
5,00	-	R10/7	R20/14	R40/28
5,60	-	-	R20/15	R40/30
6,30	R5/4	R10/8	R20/16	R40/32
7,10	-	-	R20/17	R40/34

Количници изведених редова могу се разликовати од количника основних редова стандардних бројева. Сваки стандардни број може бити количник неког изведеног реда. Према томе, сви могући количници садржани су у најгушћем основном реду стандардних бројева R40. У табели 2.4 дат је преглед извесног броја количника и редова којима ти количници припадају.

У пракси се често користе и подешени бројеви добијени јачим заокруживањем стандардних бројева (табела 2.3). Ако неки ред садржи макар један подешен број онда се он означава тако што се у ознаци одговарајућег реда стандардних бројева иза услова R дода слово а као на пример Ra40. Коришћење подешених бројева је компромис који је још увек бољи од употребе нестандардних бројева.

2.1.1 Множење станардних бројева

Називни број производа два стандардна броја једнак је збиру називних бројева множитеља и множиоца.

Ако су a , b и c стандардни бројеви онда се производ $c = a \cdot b$ може израчунати на следећи начин:

$$N_{(c)} = N_{(a)} + N_{(b)}$$

Пример 1:

$$6,3 \cdot 1,8 \quad N_{(6,3)} = 32, \quad N_{(1,8)} = 10 - \text{према табели 2.3}$$

$$N_{(6,3 \cdot 1,8)} = N_{(6,3)} + N_{(1,8)} = 32 + 10 = 42$$

$$N_{(11,2)} = 42 \Rightarrow 6,3 \cdot 1,8 = 11,2$$

Пример 2:

$$200 \cdot 0,4 \quad N_{(200)} = 92, \quad N_{(0,4)} = -16$$

$$N_{(200 \cdot 0,4)} = N_{(200)} + N_{(0,4)} = 92 + (-16) = 76$$

$$N_{(80)} = 76 \Rightarrow 200 \cdot 0,4 = 80$$

2.1.2 Дељење стандардних бројева

Називни број количника два стандардна броја једнак је разлици називних бројева дељеника и делиоца.

Ако су a , b и c стандардни бројеви онда се количник $c = a / b$ може израчунати на следећи начин:

$$N_{(c)} = N_{(a)} - N_{(b)}$$

Пример 1:

$$7,5/1,25 \quad N_{(7,5)} = 35 \quad , \quad N_{(1,25)} = 4$$

$$N_{(7,5/1,25)} = N_{(7,5)} - N_{(1,25)} = 35 - 4 = 31$$

$$N_{(6)} = 31 \Rightarrow 7,5/1,25 = 6$$

Пример 2:

$$0,63 / 45 \quad N_{(0,63)} = -8 \quad , \quad N_{(45)} = 66$$

$$N_{(0,63/45)} = N_{(0,63)} - N_{(45)} = -8 - 66 = -74$$

$$N_{(0,014)} = -74 \Rightarrow 0,63 / 45 = 0,014$$

2.1.3 Степеновање стандардних бројева

Називни број степенованог стандардног броја једнак је производу називних бројева основе и изложивоца.

Ако су a и b стандардни бројеви онда се степен $a^n = b$ може израчунати на следећи начин

$$N_{(b)} = nN_{(a)}$$

Пример 1:

$$7,1^3 \quad N_{(7,1)} = 34$$

$$N_{(7,1^3)} = 3 \cdot N_{(7,1)} = 3 \cdot 34 = 102$$

$$N_{(7,1^3)} = 102 \Rightarrow 7,1^3 = 355$$

Пример 2:

$$\begin{aligned}0,018^4 \quad N_{(0,018)} &= -70 \\ N_{(0,018^4)} &= 4 \cdot N_{(0,018)} = 4 \cdot (-70) = -280 \\ N_{(0,018^4)} &= -280 \Rightarrow 0,018^4 = 0,1 \cdot 10^{-6}\end{aligned}$$

2.1.4 Кореновање стандардних бројева

Ако су a и b стандардни бројеви онда се $\sqrt[n]{a} = b$ може израчунати на следећи начин:

$$N_{(b)} = \frac{1}{n} N_{(a)}$$

Пример 1:

$$\begin{aligned}\sqrt{450} \quad N_{(450)} &= 106 \\ N_{(\sqrt{450})} &= \frac{1}{2} N_{(450)} = \frac{1}{2} \cdot 106 = 53 \\ N_{(\sqrt{450})} &= 53 \Rightarrow \sqrt{450} = 21,2\end{aligned}$$

Пример 2:

$$\begin{aligned}\sqrt[8]{125} \quad N_{(125)} &= 84 \\ N_{(\sqrt[8]{125})} &= \frac{1}{8} N_{(125)} = \frac{1}{8} \cdot 84 = 10,5 \approx 10 \\ N_{(\sqrt[8]{125})} &= 10 \Rightarrow \sqrt[8]{125} = 1,8\end{aligned}$$

2.2 Примена стандардних бројева у стварању низова величина

Стандардни бројеви се примењују:

- за номиналне (називне) величине и мере: за притиске, снаге, пречнике цеви и др.,
- за величине и мере при стварању низова (типизација): за снаге мотора, носивости дизалица, бројеве обртаја и за друге податке о члановима низова, који се изражавају бројевима,
- за склопне и положајне мере машина и делова машина
- за пречнике делова машина
- по могућности за све остале величине и мере.

За стварање низа вредности неке величине на бази стандардних бројева потребно је најпре утврдити опсег вредности те величине односно вредности највећег и најмањег члана низа. После тога треба одабрати број чланова у низу. Овај избор треба да буде рационалан тако да је густина чланова у низу оптимална

Ознаке геометријског низа при одабиру су:

N_{min} – најманја вредност неке величине

N_{max} – највећа вредност неке величине

n – број чланова у низу

q – фактор пораста геометријског низа

$q^m = N_{min}$ – m – ти члан низа стандардних бројева

$q^{m+n-1} = N_{max}$ – последњи члан низа

Овај низ се може представити као:

$$q^m, q^{m+1}, \dots, q^{m+n-1}$$

Фактор пораста низа се добија као:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{N_{max}}{N_{min}}}$$

Када је фактор пораста низа одређен могуће је извршити избор ознаке реда стандардних бројева коришћењем понуђеног пописа основних и изведених редова из табеле 2.3. Пуна

ознака таквог низа састоји се од ознаке реда иза које се даје интервал бројева. Нпр. пуна ознака R20/2(1,12...40) значи да се користи сваки други стандардни број из реда R20 почевши од броја 1,12 па све до броја 40.

2.3 Коришћење стандардних бројева

У машинству стандардни бројеви се користе за:

- стварање низова различитих величина како што су стандардни пречници вратила, склопне мере машинских система, снаге мотора и редуктора...
- ограничавање броја величина алата и полуфабриката као нпр. пречника завојних бургија, развлакача и провлакача, димензија ваљаних профила
- одређивање главних димензија машинских делова и склопова исте врсте примењених за разна оптерећења
- олакшано усаглашавање асортимана сличних производа на националном и ширем нивоу.

Стандардни бројеви за вредности низова дужинских мера, толеранција налегања, типичних величина машинских делова и спојева и неких других параметара машинских система у употреби су паралелно у многим областима индустрије. Стандардима су обухваћени велики дијапазони тих величина. Ове дијапазоне треба смањити кад се ради о потребама једне ограничене области индустрије или предузећа. То се ради да би се повећао ниво разменљивости, умањила укупна номенклатура производа и типичних вредности карактеристичних величина за материјале, сирове комаде, алате, машинске делове и конструкције. Стога се примењује принцип препоручености при унификацији и типизацији чиме се стварају услови за ефикаснију стандардизацију а такође се појефтињује производња. Сагласност том принципу установљава се неколико редова вредности стандардизованог параметра с тим да вредности из првог реда препоручености имају првенство примене у односу на вредности из другог реда препоручености а вредности из другог реда препоручености у односу на трећи ред. Тако постоје на пример три степена препоручености или приоритета за пречнике, кораке метричке завојнице, за модуле зупчаника итд.

Једна од основних делатности у оквиру стандардизације је типизација производа. Типизација је вид стандардизације при коме се асортиман производа своди на најповољнији низ. Она се спроводи у циљу повећања масовности, аутоматизације и квалитета производње са истовременим повећањем економичности, рентабилности и продуктивности. Типизацијом се такође олакшава и експлоатација машинских система као и њихово сервисирање и снабдевање резервним деловима.

При типизацији треба водити рачуна да број чланова низа истоврсних производа буде што мањи а да се разумно покрије целокупно подручје примењиваних производа. Основни принцип типизације је да се она врши на што вишем нивоу што значи да је ефикасније вршити типизацију машинског система него његових склопова и делова.

Под типизацијом машинског система подразумева се формирање технички и економски засноване групе типова и типичних параметара система које имају исту намену. При изради низа система треба најпре утемељити матични тј. основни члан низа. Грешке у том низу рефлектују се на цео низ система што проузрокује економске губитке при изради и експлоатацији. [1]

Избор матичног члана из групе система исте намене али различитих принципијалних структура и конструкцијских конфигурација и форми треба вршити према разрађеној методици с уважавањем анализе комплекса показатеља специфичних за ту врсту система. У те показатеље спадају технички и економски показатељи као што су показатељи поузданости, трајности, естетски и ергономски итд. За оцену разматраних варијанти система које могу послужити као матични члан низа или фамилије система користе се методи квалитетрије. Свим релевантним показатељима додељује се број поена по јединственој скали (обично петостепеној). Систем који у укупном збиру за све показатеље има највећи број поена узима се за матични члан. Тај матични систем треба да буде функционално беспрекоран и сигуран, једноставан за израду, монтажу и експлоатацију јер се сваки његов недостатак појављује и код осталих чланова фамилије.

При типизацији машинског система неопходно је одредити главне и основне параметре система. Главни параметар је обично важан експлоатациони и бира се независно од технологије израде и техничких усавршавања. Он зависи од врсте машинског система тако да је нпр. за мото-редуктор тај параметар снага система, за кран – носивост, за струг – габаритне мере обрадних комада, за микрометар – границе мерења итд. Најмању и највећу вредност главног параметра у низу треба утврдити не само на основу тренутних потреба већ и с обзиром на перспективни развој индустрије, достигнућа науке и технике као и на основу тенденције развоја машинских система за који се одређује низ. Учесталост чланова у низу главног параметра треба да је економски и технички оправдана. Ту треба помирити захтеве економичног избора што мањег броја чланова у низу и захтева потрошача за што већом разновршношћу тј. што већим бројем чланова у низу.

Главни параметар је база за одређивање основних параметара тако да постоји функционална повезаност главног и основних параметара. Тако је нпр. главни параметар клипног компресора пречник цилиндра а основни параметар капацитет компресора који зависи од пречника цилиндра. [1]

2.4 Кошијев критеријум сличности у типизацији производа

Сличност се у машинству користи за стварање низова вредности величина или параметара који карактеришу фамилију производа исте намене у одређеном опсегу. Критеријум заснован на механичкој и физичкој сличности свих чланова низа је тзв. Кошијев критеријум сличности. Овим критеријумом се остварује геометријска пропорционалност димензија и мера производа у низу. Поред физичке сличности у облику и материјалу који су исти за све чланове фамилије машина потребно је остварити и механичку сличност што у првом реду подразумева једнакост механичких напонских стања у одговарајућим критичним пресецима елемената конструкције код свих чланова низа. При овоме напони не треба да излазе из области еластичности. То значи да су фактори пораста за напон q_σ и за густину материјала q_ρ једнаки јединици јер су напон и густина материјала за суседне чланове једнаки пошто су сви чланови низа од истог материјала и са истим напонским станњем.

Типизација фамилије редуктора

Ова геометријска пропорционалност се дефинише сталношћу фактора пораста низа за дужину q_L и он проистиче из односа дужина за два суседна члана низа па је једнак:

$$q_L = \frac{L_{i+1}}{L_i}$$

L_i — дужина за неки i -ти члан низа

L_{i+1} — дужина за неки наредни $i + 1$ члан низа

Ако се примењује метод потпуне геометријске пропорционалности, као што се то чини у већини случајева, онда се све геометријске мере у све три димензије мењају у складу са истим фактором пораста за дужину. Постоји и систем делимично геометријске пропорционалности када фактор пораста за све три димензије у простору (дужина, висина и ширина) нису једнаки међу собом. Овај систем се примењује само када то посебни економски и технички услови налажу. Нпр. За исти пречник завртња морају бити предвиђене различите дужине да би се могло остварити везивање делова различитих ширина. Кад год је то могуће треба примњивати систем потпуне геометријске пропорционалности јер се они одликују складношћу и сразмерношћу свих чланова једне исте фамилије производа.

Табела 2.5. Фактори пораста основних величина [1]

Величина	Зависност	Фактор пораста
Површина	$S=L^2$	$q_s = q_L^2$
Запремина	$V=L^3$	$q_v = q_L^3$
Отпорни момент	$W=L^3$	$q_w = q_L^3$
Момент инерције површине	$I=L^4$	$q_I = q_L^4$
Маса	$m=V \cdot \rho$	$q_m = q_v q_\rho = q_L^3$
Сила	$F=S \cdot \sigma$	$q_F = q_s q_\sigma = q_L^2$

Типизација фамилије редуктора

Момент силе	$M=F \cdot L$	$q_M = q_F q_L = q_L^3$
Убрзање	$a = \frac{F}{m}$	$q_a = \frac{q_F}{q_m} = \frac{q_L^2}{q_L^3} = \frac{1}{q_L}$
Време	$a = \frac{L}{t^2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{L}{a}}$	$q_t = \sqrt{\frac{q_L}{q_a}} = q_L$
Угаона брзина	$\omega = \frac{1}{t}$	$q_\omega = \frac{1}{q_t} = \frac{1}{q_L}$
Број обрта	$n = \frac{30\omega}{\pi}$	$q_n = q_\omega = \frac{1}{q_L}$
Брзина	$v = \frac{L}{t}$	$q_v = \frac{q_L}{q_t} = \frac{q_L}{q_L} = 1$
Рад, Енергија	$A=F \cdot L$	$q_A = q_F q_L = q_L^3$
Снага	$P=F \cdot v$	$q_P = q_F q_v$

Типизацију је најлакше вршити ако су фактори пораста за дужину у правцу све три осе једнаки (систем потпуне геометриске сличности) $q_L = const$.

Фактори пораста за све величине се изражавају преко фактора пораста за дужину

Тако за површину која је једнака дужини на квадрат $S=L^2$ фактор пораста гласи

$q_s = \frac{S_{i+1}}{S_i} = \frac{L_{i+1} \cdot L_{i+1}}{L_i \cdot L_i} = q_L \cdot q_L = q_L^2$ фактор пораста површине је једнак фактору пораста дужине не квадрат

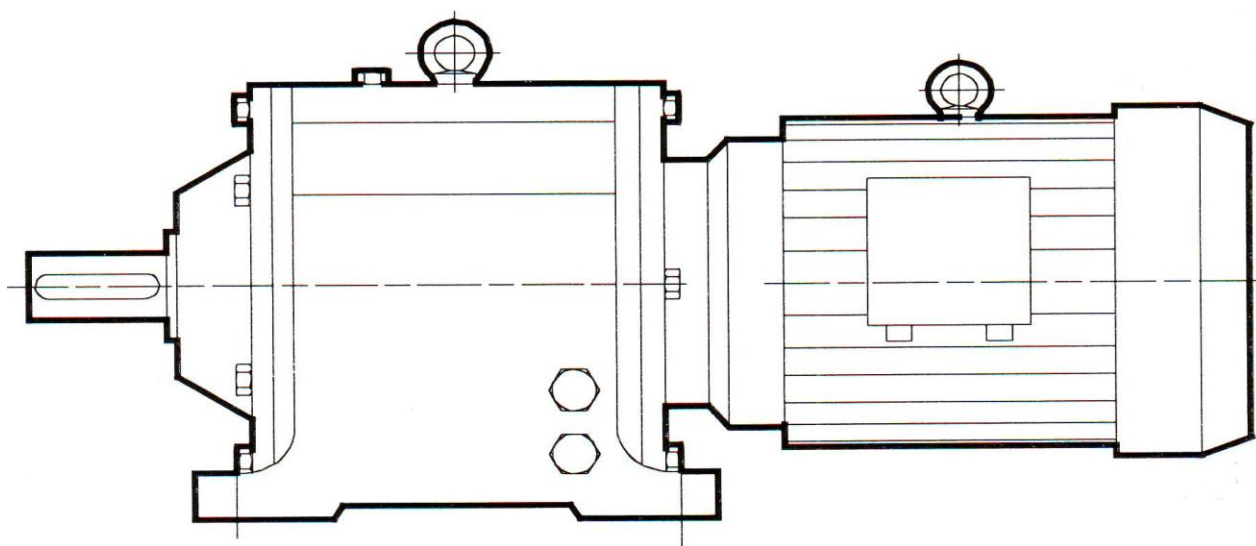
За запремину $V=L^3$ фактор пораста је $q_V = \frac{V_{i+1}}{V_i} = \frac{L_{i+1} \cdot L_{i+1} \cdot L_{i+1}}{L_i \cdot L_i \cdot L_i} = q_L \cdot q_L \cdot q_L = q_L^3$ и тако за све остале параметре из табеле 2.5 и сви фактори пораста одређених параметара су у функцији фактора пораста за дужину.

3. Пример типизације Редуктора

Коришћење унификације и типизације машинских конструкција, склопова и делова у структурирању и изради машинских система јавља се у разним облицима. Један од најважнијих облика стандардизације је принцип модуларне израде. Он се састоји у изради машинских система путем спајања унифицираних и типизираних модула.

Данас се примена модуларног конструисања широко користи при стварању типова различитих облика машина, уређаја и опреме као наприме у конструисању алатних машина, редуктора, помоћних прибора за машинску обради итд. Тако се уместо специјалних редуктора, конструисаних и израђених према индивидуалним наруџбинама, примењују серијски редуктори израђени по модулском систему стандардизованих склопова. Систем стандардизованих склопова даје могућност типизације, лаке разменљивости и високосеријске производње редуктора са с малим бројем различитих врста склопова и делова. При томе се остварује стабилно високи квалитет и нижи трошкови до 30%.

3.1 Типизација редуктора по каталогу „Север“ [4]



Сл.3.1 Моторни преносник [4]

Типизација фамилије редуктора

Типизација снаге мотора

Као параметар имамо улазну снагу мотора чији је предвиђени опсег од 0,12 до 160 kW, требамо развити ред од 26 чланова.

$$P_{min} = 0,125 \text{ kW}$$

$$N_{(0,12)} = -36$$

$$P_{max} = 160 \text{ kW}$$

$$N_{(160)} = 88$$

$$n = 26$$

$$N_{160/0,125} = N_{(160)} - N_{(0,12)} = 88 - (-36) = 124$$

$$N_{q_P} = N_{n-1} \sqrt[n]{N_{160/0,125}} = \frac{1}{25} 124 = 5 \Rightarrow q_P = 1,32$$

Добија се да је фактор пораста за снагу $q_P = 1,32$ па из табеле 2.4 следи да би требало да се користи ред R40/5.

Табела 3.1 Стандардни бројеви реда R40

Стандардни бројеви основног реда R40 од 0,1 до 1000			
0,1	1	10	100
0,106	1,06	10,6	106
0,112	1,12	11,2	112
0,12	1,18	11,8	118
0,125	1,25	12,5	125
0,132	1,32	13,2	132
0,14	1,4	14	140
0,15	1,5	15	150
0,16	1,6	16	160
0,17	1,7	17	170
0,18	1,8	18	180
0,19	1,9	19	190
0,2	2	20	200

Типизација фамилије редуктора

0,212	2,12	21,2	212
0,224	2,24	22,4	224
0,236	2,36	23,6	236
0,25	2,5	25	250
0,265	2,65	26,5	265
0,28	2,8	28	280
0,3	3	30	300
0,315	3,15	31,5	315
0,35	3,5	33,5	335
0,355	3,55	35,5	355
0,375	3,75	37,5	375
0,4	4	40	400
0,425	4,25	42,5	425
0,45	4,5	45	50
0,475	4,75	47,5	475
0,5	5	50	500
0,53	5,3	53	530
0,56	5,6	56	560
0,6	6	60	600
0,63	6,3	63	630
0,67	6,7	67	670
0,71	7,1	71	710
0,75	7,5	75	750
0,8	8	80	800
0,85	8,5	85	850
0,9	9	90	900
0,95	9,5	95	950

Табелом 3.1 дати су стандардни бројеви основног реда R40, црвеном бојом приказане су вредности снага мотора које се налазе у каталогу „Север“. Комбиновани ред по којем је извршена типизација снаге мотора приказан је у табели 3.2.

Табела 3.2 Типизација снаге мтора

Снага P kW	Комбиновани ред
0,12 – 0,18	Ra40/7
0,25 – 0,37	R40/7
0,56 – 0,75	R40/5
1,1 – 1,5; 2,2 – 3	Ra40/5
4 – 5,5	Ra40/6
7,5 – 11	R40/7
15 – 19	R40/4
22 – 30	Ra40/5
37 – 45	Ra40/3
56 – 75	R40/5
90 – 112	R40/4
132 – 160	R40/5

Типизација фамилије редуктора

Типизација преносног односа

У табели 3.3 приказани су стандардни преносни односи двостепеног редуктора који су стандардизовани по основном реду R20. Стварни преносни односи се разликују од стандардних вредности и за неке типове редуктора су такође приказане у табели.

i_n – стандардни преносни однос

i_e – стварни преносни однос

Табела 3.3 Типизација преносног односа двостепеног редуктора

i_n	i_e			
Назив реда R20	Тип преносника			
	90-2	115-2	140-2	180-2
4	3,83		4,36	3,84
4,5	4,7	4,33	4,43	4,61
5	5,07	5,18	5,00	4,76
5,6	5,82	5,44	5,42	5,72
6,3	6,25	6,20	6,19	6,27
7,1	7,14	7,52	6,62	6,85
8	7,74	8,31	8,09	7,77
9	8,62	9,49	9,24	9,33
10	9,49	9,92	9,96	10,51
11,2	10,52	11,34	11,39	11,60
12,5	11,46	12,07	12,18	12,86
14	13,99	13,78	13,91	14,31
16	15,42	15,07	17,05	15,57
18	16,97	17,66	17,67	17,31
20	20,51	20,17	20,18	19,65
22,4		22,76	22,65	22,82
25		26,01	24,82	26,76
28			27,60	27,90
31,5			31,61	31,10

Типизација излазног броја обртаја

Фактор пораста за дужину рачунамо према табели 2.5 помоћу следећег обрасца:

$$\begin{aligned}q_P &= q_L^2 \\ q_L &= \sqrt[2]{q_P} \\ N_{q_L} &= \frac{1}{2} N_{q_P} = \frac{1}{2} 5 = 2,5\end{aligned}$$

Из табеле 2.3 за $N_{q_L} = 2$ усвајамо да је фактор пораста за дужину $q_L = 1,12$.

Фактор пораста за број обртаја рачуна се помоћу следећег обрасца:

$$q_n = \frac{1}{q_L} = \frac{1}{1,12}$$

Табелом 3.4 приказани су стандардни излазни бројеви обртаја $n_2[\text{min}^{-1}]$ који су стандардизовани основним редом R20. Могу се израчунати преко броја обртаја мотора $n_2[\text{min}^{-1}]$, који су уједно и улазни бројеви обртаја и стандардних преносних односа i_n помоћу следећег обрасца:

$$n_2 = \frac{n_1}{i_n}$$

Стварни излазни бројеви обртаја су у границама до $\pm 5\%$ од стандардизованих у случају потребе одређују се на следећи начин:

$$n_{2e} = \frac{n_1}{i_e}$$

n_{2e} – стварни излазни бројеви обртаја

Типизација фамилије редуктора

Tabela 3.4 Стандардни излазни бројеви обртаја

тип		Стандардни преносни односи i_n																				T_{max}			
Прено- сник	Мо- тор	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,1	8	9	10	11,2	12,5	14	16	18	20	22,4	25	28	31,5	35,5	Nm			
90-2	63,71	3,83	4,7	5,07	5,82	6,25	7,14	7,74	8,62	9,49	10,52	11,46	13,99	15,42	16,97								90		
	80,90	3,83	4,7	5,07	5,82	6,25	7,14	7,74	8,62	9,49															
115-2	63,71	5,18					8,31					9,49	9,92	11,34	12,07	13,78	15,07	17,66	20,17	22,76	26,01	200			
	80,9	4,33	5,18	5,44	6,20	7,52	8,31	9,49	9,92	11,34	12,07	13,78	15,07												
	100,1	4,33	5,18	5,44	6,20	7,52	8,31	9,49	9,92	11,34															
140-2	63,71																			22,65	24,82	27,6	31,61	350	
	80,90	4,36	4,43	5,00	5,42	6,19	6,62	8,09	9,24	9,96	11,39	12,18	13,91	17,05	17,67	20,18									
	100,1	4,36	4,43	5,00	5,42	6,19	6,62	8,09	9,24	9,96	11,39	12,18	13,91												
	132	4,36	4,43	5,00	5,42	6,19	6,62	8,09	9,24																
180-2	80,90	5,72					6,85			9,33		10,51	11,60	12,86	14,31	15,57	17,31	19,65	22,82	26,76	27,90	31,10	650		
	100,1	3,84	4,61	4,76	5,72	6,27	6,85		7,77		9,33	10,51	11,60	12,86	14,31	15,57	17,31								
	132	3,84	4,61	4,76	5,72	6,27	6,85		7,77		9,33	10,51	11,60	14,31											
	160	3,84	4,61	4,76	5,72	6,27	6,85		7,77		9,33	11,60													
n_2		710	630	560	500	450	400	355	315	280	250	224	200	180	160	140	125	112	100	90	80	n_1		2800	
		355	315	280	250	224	200	180	160	140	125	112	100	90	80	71	63	56	50	45	40			1400	
		224	200	180	160	140	125	112	100	90	80	71	63	56	50	45	40	35,5	31,5	28	25			930	
		180	160	140	125	112	100	90	80	71	63	56	50	45	40	35,5	31,5	28	25	22,4	20			700	

Типизација излазног обртног момента

Табелом 3.5 приказани су излазни бројеви обртаја и обртни моменти који се могу добити код мотора снаге $P = 0,12 \text{ kW}$.

T_2 [Nm] – вредности излазних обртних момената за задате излазне обртаје мотора наведене у каталогу.

T_{2rac} [Nm] – вредности стварних излазних обртних момената добијене рачунским путем помоћу обрасца:

$$T_2 = 9550 \frac{P}{n_2}$$

P – снага мотора

n_2 – излазни број обртаја

T_{2tip} [Nm] – вредности излазних обртних момената према типизацији добијене комбинованим редом који је приказан у табели.

Вредности обртних момената које су приказане у каталогу разликују се од стварних обртних момената и обртних момената добијених типизацијом у границама до $\pm 3\%$

За прецртане вредности излазног броја обртаја у каталогу не постоје вредности за излазни обртни момент.

Типизација фамилије редуктора

Табела 3.5 Типизација излазног обртног момента

P = 0,12 kW				Комбиновани ред
$n_2 \text{ min}^{-1}$	$T_2 \text{ [Nm]}$	$T_{2rac} \text{ [Nm]}$	$T_{2tip} \text{ [Nm]}$	
900	1,3	1,27	1,25	R40/2
800	1,4	1,43	1,4	
710				
630	1,8	1,82	1,8	R40/4
560				
500	2,3	2,29	2,24	
450				
400	2,9	2,86	2,8	
355				
315	3,6	3,64	3,55	R40/2
280	4,1	4,09	4	
250	4,6	4,58	4,5	
224	5,1	5,12	5	
200	5,7	5,73	5,6	
180				
160	7,2	7,16	7,1	R40/2
140	8,2	8,18	8	
125	9,2	9,17	9	
112				
100	11,5	11,46	11,2	
90	12,7	12,73	12,5	R40/2
80	14,3	14,32	14	
71	16,1	16,14	16	
63	18,2	18,19	18	
56	20,5	20,46	20	
50	23	22,92	22,4	
45	25,5	25,47	25	
40	28,7	28,65	28	
35,5	32,3	32,28	31,5	
31,5	36,4	36,38	35,5	
28	41	40,93	40	
25	46	45,84	45	
22,4	51	51,16	50	
20	57	57,3	56	
18	63	63,67	63	
16				
14				
12,5	91	91,68	90	R40/6

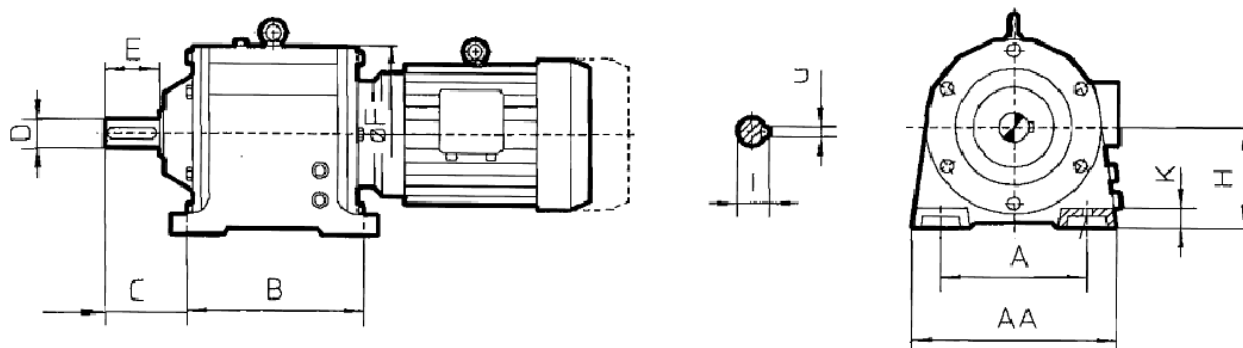
Типизација фамилије редуктора

Истим поступком можемо добити излазне обртне моменте за све вредности снага. У табели 3.6 су приказане вредности за снагу $P = 1,5 \text{ kW}$

Табела 3.6 Типизација излазног обртног момента

P = 1,5 kW				Комбиновани ред
$n_2 \text{ min}^{-1}$	$T_2 \text{ [Nm]}$	$T_{2rac} \text{ [Nm]}$	$T_{2tip} \text{ [Nm]}$	
900	15,9	15,92	16	R40/2
800	17,9	17,91	18	
710				
630	22,7	22,74	22,4	R40/4
560				
500	28,6	28,65	28	
450				
400	35,8	35,81	35,5	
355				
315	45,5	45,48	45	R40/2
280	51,2	51,56	50	
250	57,3	57,3	56	
224	64	63,95	63	
200	71,6	71,62	71	
180	79,6	79,58	80	
160	89,5	89,53	90	
140	102	102,32	100	
125	115	114,6	112	
112				
100	143	143,25	140	R40/2
90	159	159,17	160	
80	179	179,06	180	
71	202	201,76	200	
63	227	227,38	224	
56	256	255,8	250	
50	287	286,5	280	
45	318	318,33	315	
40	358	358,12	355	
35,5	404	403,52	400	
31,5	455	454,76	450	
28	512	511,61	500	
25	573	573	560	
22,4	640	639,5	630	
20	716	716,25	710	
18	796	795,83	800	
16	895	895,3	900	
14	1023	1023,21	1000	
12,5	1146	1146	1120	R40/4
11,2				
10	1433	1432,5	1400	

Типизација димензија зупчастог преносника



Слика 3.2

Табела 3.7 Димензије зупчастог преносника

Преносник							Изразно вратило			
Тип	K	Комб. ред	H	Комб. ред	F	Комб. ред	D	Комб. ред	E	Комб. ред
90 S	20	Ra40/2	90	Ra40/5	120	Ra40/5	25	R40/3	50	R40/3
115 S	22		115		160		30		60	
140 S	28	R40/6	140	R40/4	200	R40/4	40	R40/4	80	R40/4
180 S	40		180		250		50		100	
225 S	50	Ra40/5	225	R40/2	300	Ra40/3	60	R40/3	120	Ra40/3
250 S	65		250		350		70		140	
315 S	80	R40/4	315	R40/3	450	Ra40/4	90	Ra40/5	170	R40/3
375 S	100		375		550		120		210	

Табелом 3.7 приказане су неке од димензија зупчастог преносника и комбиновани редови по којима је извршена типизација датих димензија.

3.2 Пример типизације по каталогу фирме „ЕлектроМотор – Шимон“ [5]

Као параметре имамо:

Снага P [kW]	0,09-30
Обртни момент T [Nm]	150-3440
Преносни однос i	1,14-317

Типизација снаге редуктора

Слично као и у претходном примеру требамо развити ред снага од 0,09 до 30 kW. Ред треба да поседује 21 члан.

$$P_{min} = 0,09 \text{ kW} \quad N_{(0,09)} = -42$$

$$P_{max} = 30 \text{ kW} \quad N_{(30)} = 59$$

$$n = 21$$

$$N_{30/0,09} = N_{(30)} - N_{(0,09)} = 59 - (-42) = 101$$

$$N_{q_P} = N_{n-1} \sqrt[n]{N_{30/0,09}} = \frac{1}{20} 101 = 5,05$$

$$N_{q_P} = 5 \Rightarrow q_P = 1,32$$

Одавде се добија да је фактор пораста за дужину:

$$q_P = q_L^2$$

$$q_L = \sqrt[2]{q_P}$$

$$N_{q_L} = \frac{1}{2} N_{q_P} = \frac{1}{2} 5 = 2,5$$

$$N_{q_L} = 2 \Rightarrow q_L = 1,12$$

У каталогу су понуђени мотори са следећим снагама:

0,09; 0,12; 0,18; 0,25; 0,37; 0,55; 0,75; 1,1; 1,85; 2,2; 3; 4; 5,5; 7,5; 9,2; 11; 15; 18,5; 22; 30.

Табелом 3.8 приказан је комбиновани ред којим је извршена типизација снаге мотора.

Типизација фамилије редуктора

Табела 3.8 Типизација снаге мотора

Снага P kW	Комбиновани ред
0,09 – 0,12 – 0,18 – 0,25	Ra40/6
0,37 – 0,55; 0,75 – 1,1	Ra40/7
1,5 – 1,85	Ra40/3
2,2 – 3 – 4	Ra40/5
5,5 – 7,5	Ra40/6
9,2 – 11	Ra40/4
15 – 18,5	Ra40/3
22 – 30	Ra40/5

Типизација преносног односа

У табели 3.9 приказани су стварни преносни односи редуктора као и преносни односи одређени типизацијом приказаним комбинованим редом.

Табела 3.9 Типизација преносног односа

Тип редуктора RCV 162		Комбиновани ред
i	i_{tip}	
3,7	3,75	R40/5
5,11	5	
7,11	7,10	R40
7,62	7,5	
9,8	10	R40/3
11,95	11,8	
14,63	15	R40
16,47	16	
20,74	21,2	R40/3
24,59	25	
25,51	26	Ra40/2
28,57	28	
35,14	35,5	R40/3
42,67	42,5	

Типизација фамилије редуктора

Типизација броја обртаја:

Фактор пораста за број обртаја q_n рачуна се на следећи начин:

$$q_n = \frac{1}{q_L}$$

$$q_n = \frac{1}{1,12}$$

Излазни бројеви обртаја n_2 могу се израчунати по обрасцу:

$$n_2 = \frac{n_1}{i}$$

n_1 – број обртаја мотора

i – преносни однос редуктора

Стандардни бројеви обртаја, који су добијени помоћу типизације приказани су табелом 3.10 као и комбиновани ред по ком су они стандардизовани. Стварни и стандардни излазни бројеви обртаја се разликују у границама до $\pm 3\%$.

Табела 3.10 Типизација излазног броја обртаја

Тип редуктора RCV 162	Мотор 63А6 $n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$		Комбиновани ред
i	$n_2 \text{ [min}^{-1}\text{]}$	$n_{2tip} \text{ [min}^{-1}\text{]}$	
42,67	21,1	21,2	R40/3
35,14	25,6	25	
28,57	31,5	31,5	R40/2
25,51	35,3	35,5	
24,59	36,6	37,5	R40/2
20,74	43,4	42,5	
16,47	55	56	R40/2
14,63	62	63	
11,95	75	75	R40/3
9,8	92	90	
7,62	118	118	R40
7,11	127	125	
5,11	176	170	R40/7
3,7	243	250	

Типизација фамилије редуктора

Типизација излазног обртног момента:

Излазни обртни момент T_2 рачуна се помоћу следећег обрасца:

$$T_2 = 9550 \frac{P}{n_2}$$

P – снага мотора

n_2 – излазни број обртаја

Фактор пораста за обртни момент q_T можемо израчунати преко фактора пораста за дужину q_L на следећи начин:

$$q_T = q_L^3$$

$$N_{q_T} = 3 \cdot N_{q_L}$$

$$N_{q_T} = 3 \cdot 2 = 6$$

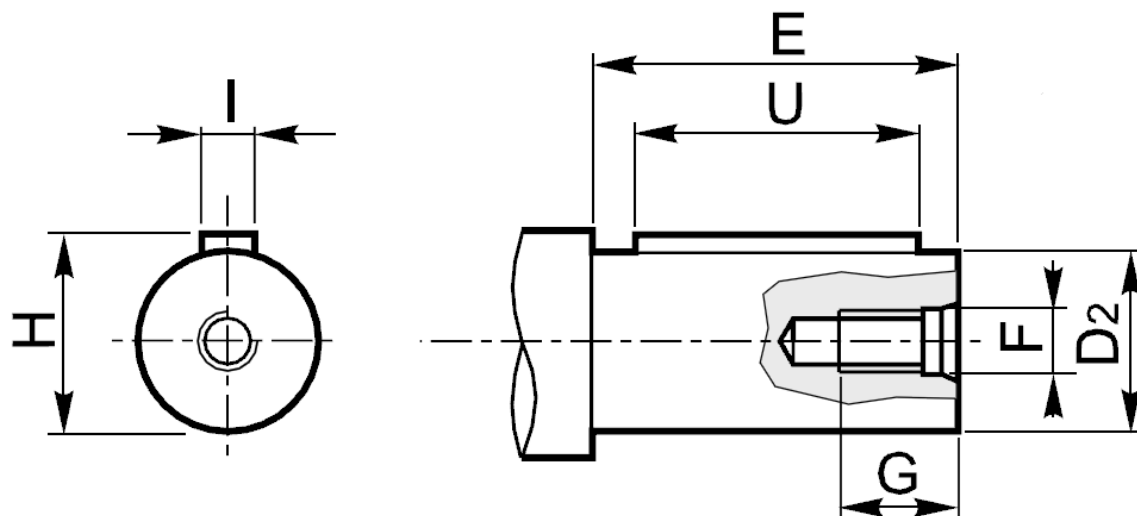
$$N_{q_T} = 6 \Rightarrow q_T = 1,4$$

Табелом 3.11 приказани су стварни и стандардизовани излазни обртни momenti као и комбиновани ред по којем је извршена типизација обртног момента.

3.11 Типизација излазног обртног момента

P = 0,09 kW			Комбиновани ред
n_2 [min ⁻¹]	T_2 [Nm]	T_{2tip} [Nm]	
21,1	39,1	40	Ra40/4
25,6	32,2	32	
31,5	26,2	26	Ra40/2
35,3	23,4	23,6	
36,6	22,5	22,4	R40/3
43,4	19	19	
55	15,1	15	R40/2
62	13,4	13,2	
75	11	11,2	R40/4
92	9	9	
118	7	7	Ra40
127	6,5	6,5	
176	4,7	4,75	R40/5
243	3,4	3,35	

Типизација димензија излазног вратила редуктора



Сл.3.3

3.12 Димензије вратила излазног вратила

Тип редуктора RCV 162							
D ₂	Комб. ред	H	Комб. ред	I	Ред	U	Ред
14	R40/2	16	R40/2	5	Ra20/2	20	Ra20/4
16		18		5		30	
19	R40	21,5	R40	6		30	
20		22,5		6		30	
24	Ra40	27	Ra40	8		30	
25		28		8		30	
28	R40	31	Ra40	8		50	
30		33		8		50	

3.3 Пример типизације по каталогу фирме „ Беотехника “ [6]

Типизација снаге мотора

Као параметар имамо улазну снагу мотора чији је предвиђени опсег од 0,12 до 45 kW, требамо развити ред од 22 чланова.

$$P_{min} = 0,125 \text{ kW}$$

$$N_{(0,12)} = -36$$

$$P_{max} = 45 \text{ kW}$$

$$N_{(45)} = 66$$

$$n = 22$$

$$N_{45/0,125} = N_{(45)} - N_{(0,12)} = 66 - (-36) = 102$$

$$N_{q_P} = N_{n-1} \sqrt[n]{N_{45/0,125}} = \frac{1}{21} 102 = 4,86$$

$$N_{q_P} = 5 \Rightarrow q_P = 1,32$$

У каталогу имамо понуђене редукторе са следећим снагама мотора: 0,12; 0,18; 0,25; 0,37; 0,56; 0,75; 0,92; 1,1; 1,5; 2,2; 3; 4; 4,8; 5,5; 7,5; 9,2; 11; 15; 22; 30; 37; 45.

Табелом 3.13 приказан је комбиновани ред којим је извршена типизација снаге мотора.

Табела 3.13 Типизација снаге мотора

Снага P kW	Комбиновани ред
0,12 – 0,18	Ra40/7
0,25 – 0,37	R40/7
0,56 – 0,75	R40/5
0,92 – 1,1	Ra40/4
1,5 – 2,2	Ra40/7
3 – 4	R40/5
4,8 – 5,5	Ra40/3
7,5 – 9,2	Ra40/3
11 – 15	Ra40/5
22 – 30	Ra40/5
37 – 45	Ra40/3

Типизација фамилије редуктора

Типизација преносног односа

Табелом 3.14 приказани су стварни и типизирани преносни односи редуктора, и комбиновани ред којим је извршена типизација преносног односа. Разлика између стандардних и стварних преносних односа је у границама до $\pm 3\%$.

Табела 3.14 Типизација преносног односа редуктора

Тип редуктора НА32		Комбиновани ред
i	i_{tip}	
5,38	5,3	Ra40/4
6,52	6,50	
8,11	8	R40/6
10,94	11,2	
13,25	13,2	R40/3
16,49	16	
20,26	20	R40
21,55	21,2	
30,55	30	R40/3
35,44	35,5	
44,1	45	R40/2
48,75	50	

Типизација фамилије редуктора

Истим поступком можемо приказати преносне односе и за остале типове редуктора. За редуктор типа Н041 преносни односи су приказани табелом 3.15.

Табела 3.15 Типизација преносног односа

Тип редуктора Н041		Комбиновани ред
i	i_{tip}	
1,44	1,4	R40/6
2	2	
2,55	2,5	
2,71	2,65	R40
3,11	3,15	
3,59	3,55	
4,2	4,25	R40/2
5	5	
5,5	5,6	
6,09	6	R40
7,67	7,5	
8,75	8,5	

Типизација излазног броја обртаја

Фактор пораста за дужину рачунамо према табели 2.5 помоћу следећег обрасца:

$$q_P = q_L^2$$

$$q_L = \sqrt[2]{q_P}$$

$$N_{q_L} = \frac{1}{2} N_{q_P} = \frac{1}{2} 5 = 2,5$$

$$N_{q_L} = 2 \Rightarrow q_L = 1,12$$

Фактор пораста за број обртаја рачуна се помоћу следећег обрасца:

$$q_n = \frac{1}{q_L} = \frac{1}{1,12}$$

Типизација фамилије редуктора

Излазни бројеви обртаја n_2 могу се израчунати на помоћу следећег обрасца:

$$n_2 = \frac{n_1}{i}$$

n_1 – број обртаја мотора

i – преносни однос редуктора

Табелом 3.16 приказани су стварни и стандардни излазни бројеви обртаја који су стандардизовани датим комбинованим редом. Разлика између стварних и стандардних излазних бројева обртаја креће је у границама до $\pm 3\%$.

Табела 3.16 Типизација излазног броја обртаја

Тип редуктора HA32	Мотор 63A4 $n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$		Комбиновани ред
i	$n_2 \text{ [min}^{-1}\text{]}$	$n_{2tip} \text{ [min}^{-1}\text{]}$	
5,38	260,3	265	R40/4
6,52	214,8	212	
8,11	172,6	170	R40/5
10,94	128	125	
13,25	105,7	106	R40/4
16,49	84,9	85	
20,26	69,1	71	R40/4
21,55	57	56	
30,55	45,8	45	R40/2
35,44	39,5	40	
44,1	31,7	31,5	R40/2
48,75	28,7	28	

Типизација фамилије редуктора

Истим поступком можемо израчунати излазне бројеве обртаја и за друге типове редуктора. За редуктор типа Н041 стварни и стандардни излазни бројеви обртаја биће приказани табелом 3.17

Tabela 3.17 Типизација излазног броја обртаја

Тип редуктора Н041	Мотор 90S4 $n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$		Комбиновани ред
i	$n_2 \text{ [min}^{-1}\text{]}$	$n_{2tip} \text{ [min}^{-1}\text{]}$	
1,44	973,9	950	Ra40/5
2	700	700	
2,55	550	550	Ra40/2
2,71	515,8	500	
3,11	450,8	450	R40/2
3,59	390,2	400	
4,2	333,3	335	R40/3
5	280	280	
5,5	254,5	250	R40
6,09	229,9	236	
7,67	182,6	180	R40/2
8,75	160	160	

Типизација излазног обртног момента

Фактор пораста за обртни момент q_T можемо израчунати преко фактора пораста за дужину q_L на следећи начин:

$$q_T = q_L^3$$

$$N_{q_T} = 3 \cdot N_{q_L}$$

$$N_{q_T} = 3 \cdot 2 = 6$$

$$N_{q_T} = 6 \Rightarrow q_T = 1,4$$

Типизација фамилије редуктора

Табелом 3.18 приказани су стварни и стандардизовани излазни обртни моменти за снагу $P = 0,12 \text{ kW}$ као и комбиновани ред по којем је извршена типизација излазног обртног момента.

Излазни обртни момент T_{2rac} рачуна се помоћу следећег обрасца:

$$T_2 = 9550 \frac{P}{n_2}$$

P – снага мотора

n_2 – излазни број обртаја,

одступа од стандардних обртних момената и та разлика је у границама до $\pm 5\%$.

Табела 3.18 Типизација излазног обртног момента

P = 0,12 kW				Комбиновани ред
$n_2 \text{ [min}^{-1}\text{]}$	$T_2 \text{ [Nm]}$	$T_{2rac} \text{ [Nm]}$	$T_{2tip} \text{ [Nm]}$	
260,3	4	4,4	4	R40/4
214,8	5	5,3	5	
172,6	6	6,66	6	R40/7
128	9	8,95	9	
105,7	10	10,84	10	Ra40/5
84,9	13	13,5	13	
69,1	16	16,58	16	R40/3
57	19	20,1	19	
45,8	24	25,02	24	Ra40/3
39,5	28	29,01	28	
31,7	35	36,15	35	Ra40
28,7	38	39,9	38	

Типизација фамилије редуктора

За редукторе са снагом мотора $P = 1,1 \text{ kW}$ излазни обртни моменти дати су табелом 3.19.

3.19 Типизација излазног обртног момента

P = 1,1 kW				Комбиновани ред
$n_2 \text{ [min}^{-1}\text{]}$	$T_2 \text{ [Nm]}$	$T_{2rac} \text{ [Nm]}$	$T_{2tip} \text{ [Nm]}$	
973,9	10	10,7	4	R40/4
700	15	15	5	
550	19	19,1	6	R40/7
515,8	20	20,3	9	
450,8	23	23,3	10	Ra40/5
390,2	26	26,92	13	
333,3	31	31,52	16	R40/3
280	3	37,5	19	
254,5	40	41,28	24	Ra40/3
229,9	44	45,67	28	
182,6	56	57,5	35	Ra40
160	64	65,66	38	

4. Закључак

Типизација је поступак сужавања стандардних производа на минимум, како би се при том истовремено омогућило задовољавање потребног распона потреба.

Типизација је виши степен унификације и представља стварање низова истоврсних извршилаца функција система и њихових елемената различитих величина (носивости, снаге, капацитета и др.)

Из примера можемо се закључити да је код сва три произвођача заступљена типизација саставних елемената и компоненти редуктора. Код свих редуктора користе се мотори са истим снагама и добијају се излазни обртни моменти и бројеви обртаја који припадају или се могу заокружити на неки од стандардних редова.

Типизацијом редуктора постижемо лакшу серујску производњу по модулском систему стандардизованих склопова. При том се добија стандардно висок квалитет и ниски трошкови .

5. Литература

- 1) Јовичић С., Основи конструисања, Машински факултет Крагујевац, САД Лабораторија, Крагујевац, 2002.
- 2) Витас Душан, Основи машинских конструкција I, Београд, 1979.
- 3) Поповић П. и Живковић В., Основи стандардизације и метрологије, Универзитет Сингидурм, Београд, 2011.
- 4) Зупчасти и зупчasto-насадни моторни преносници, каталог фирме Север
- 5) Зупчасти редуктори, каталог фирме Електромотор- Шимон
- 6) Зупчасти редуктори, каталог фирме Беотехника.