

6. КОНСТРУИРАЊЕ ЗА МОНТАЖА И ДЕМОНТАЖА

Три одлучувачки елементи при изработката на производот се: **постапката на монтажа, начинот на изработка и користените материјали**. Овие три елементи се заемно поврзани и влијаат на цената на производот, времето за подготовка на производот, продуктивноста, степенот на автоматизација и надежноста. Едно од средствата за поедноставување на монтажата на производот и намалување на цената е **намалување на бројот на деловите**. Ова обично се постигнува со комбинирање на повеќе делови во еден дел, поради што може да се намали и бројот на различни материјали користени за изработка на производот. Секој дел може да се изработи со различни процеси, како: леење, ковање, симнивање струшка и други. Секој од овие процеси повеќе одговара за одреден облик и големина на делот. На градбата на производот има влијание и потребата од демонтажа заради одржување и рециклирање.

Постојат производи кои ги монтира самиот корисник, како што се полиците за книги, велосипеди и др. Овие производи треба да се конструирани така што корисникот да може да ги монтира брзо, едноставно, без грешки и со малку алати.

Монтажата се состои од операции при кои се спојуваат деловите и се извршуваат низа други дополнителни зафати (подмачкување, дотерувње). Монтажата има хиерархиска структура, односно поголемите склопови се добиваат со поврзување на помали потсклопови. При монтажата се вршат следните операции:

1. Проектирање на монтажата, според планираното производство на различни видови производи и деловите потребни за тие производи.
2. Транспорт, пренос на деловите и потсклоповите од едно работно место до друго.
3. Поставување на делот, при што делот треба да се ориентира и донесе до положбата од која започнува спојувањето.
4. Доведување во допир, односно поставување на деловите во потребната заемна положба.
5. Спојување, што обично вклучува некој вид остварување цврста врска: со завртка и навртка, со лепење, со заварување, со пресување и др.
6. Проверка, со која се одредува дали монтажната операција е коректно извршена.
7. Документирање, за да се овозможи контрола и подобрување на процесот на монтажа.

6.1. Конструирање за монтажа

Монтажата е неопходна поради следните седум причини:

1. **Релативно движење помеѓу деловите**. Некои делови треба да се движат во однос на други за да се оствари бараната функција.
2. **Разлика на материјал**. Различни материјали се потребни само ако реализацијата на функцијата зависи од одредени карактеристики на материјалот.
3. **Потреби на производството**. Некои делови е поедноставно да се изработат во помали парчиња па да се состават (пример: цевка и прирабница кои се спојуваат со заварување)

4. **Замена.** Некои делови треба да се сервисираат и повремено да се заменат (пример: облогите на кочниците).
5. **Поделба на функции.** Функцијата може да се извршува со еден елемент или комбинација од повеќе елементи (пример: тркачалкото и аксијалното лежиште од сл.4.2 можат да се набават само одделно).
6. **Одреден услов.** Потребата за пристап, чистење или проверка може да доведе до поделба на делови (пример: хаубата кај возилата).
7. **Конструктивни причини.** Естетиката може да бара поделба на обликот, што потоа води кон повеќе делови за монтажа (пример: беџови, украсни рачки).

Овие седум критериуми се важни затоа што овозможуваат одредување на **теоретски минималниот број на потребни делови.** Со примена на овие седум критериуми конструкторскиот тим може да се обиде да ги соедини непотребно разделените делови и да го сведе на минимум вкупниот број на делови.

Основна идеја на конструирањето за монтажа е да се **намали бројот на компоненти** (делови, потсклопови) кои треба да се монтираат и да осигури дека преостанатите делови можат **едноставно да се монтираат, лесно да се изработат** (набават) и притоа **да ги задоволат функционалните барања.** Принципите од кои се раководи конструирањето за монтажа се следните:

1. Да се поедностави, интегрира и намали бројот на деловите, бидејќи помалку делови значи: помалку време за изработка, помала можност за грешки, помалку цртежи, помалку контрола, помалку потреба од складиштење, помалку алати за изработка и монтажа, помалку операции на проверка, помалку потребни машини и персонал, помалку потребни движења и др.
2. Стандардизација и примена на вообичаени делови и материјали, за да се олесни конструирањето, за да се намали бројот на различни делови и за да можат да се стандардизираат операциите при монтажа. Стандардните делови се монтираат со стандардни алати кои работникот знае да ги примени.
3. Да се отстрани можноста за грешки при монтажа на деловите во склоп со дефинирање на јасен процес на монтажа. Деловите треба да се обликувани така да можат да се монтираат само на еден начин. Поради тоа, се применуваат дополнителни жлебови, отвори и браници. Производот треба да е конструиран така што да не се потребни дотерувања при монтажа.
4. Конструирање на деловите од аспект на лесно ориентирање, водење и ракување, за да се отстрани можноста за непотребни компликации при монтажа на деловите. Деловите треба да се конструирани така да можат самостојно да се ориентираат и водат при доведување до монтажното место. Треба да се одбегнува конструирање на делови кои можат заемно да се заплеткаат или заглават.
5. Намали ја примената на свитливи делови и меѓуврски. Пожелно е да се одбегнуваат свитливи и многу тенки делови како што се: ремени, заптивки, цевчиња, кабли и снопови од жици. Флексибилноста на овие делови ја отежнува монтажата и овие делови се поподложни на оштетување. Поврзаните модули треба да се блиску еден до друг за да се одбегнат долги жици.
6. Конструирај така што движењата при монтажа да бидат едноставни и по можност во иста насока. Сложени движења за ориентирање и монтажа на деловите треба да се одбегнуваат. За полесно водење, деловите треба да имаат соборени рабови или конусни површини. Пожелно е монтажата на производот да започнува со еден подножен дал кој е со поголеми габарити и со ниско поставено тежиште, на кој потоа се монтираат другите делови.

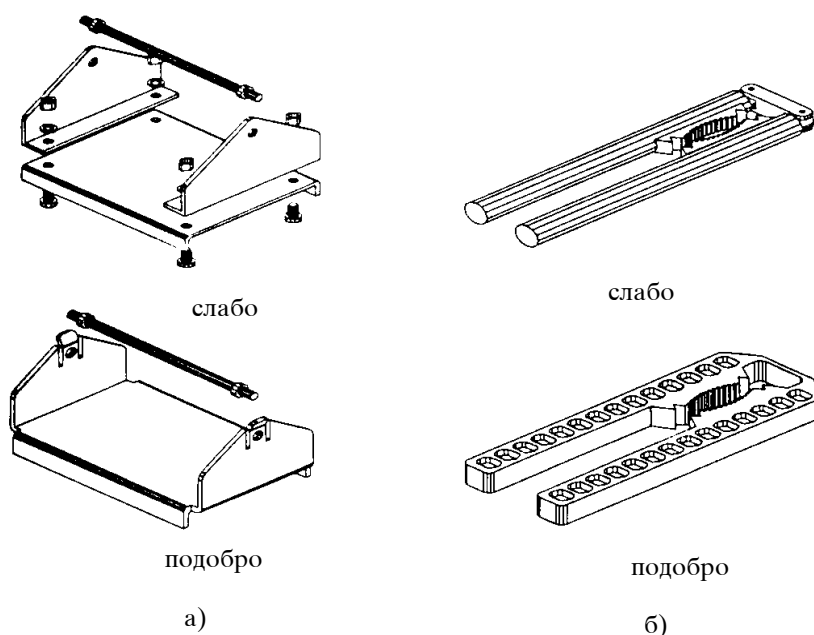
7. Конструирање за ефективно спојување и прицврстување. Врските со завртка, навртка и подлошка одземаат многу време и се сложени за автоматизација. Кога мора да се применат вакви врски, тие треба да бидат стандардни и со најмалку различни големини. Треба да се разгледа можноста за примена на елементи за врска со ускокнување и можноста за спојување со лепење. Видот на врската треба да е соодветен на применетите материјали на деловите.
8. Модуларната градба на производите ја олеснува монтажата. Модуларната градба го намалува бројот на различни делови и процеси за нивна изработка, а притоа овозможува поголема разновидност на крајните производи. Модулите може да се изработуваат и монтираат паралелно, со што се намалува вкупното време и се зголемува можноста за проверки пред завршната монтажа.

6.2. Напатствија за конструирање од аспект на монтажа

1. Вкупниот број на делови треба да се намали.

- Разгледај ги различните концептни варијанти на производот и за секоја од нив одреди го теоретски минималниот број на делови.
- Преправи ја конструкцијата така да се намали бројот на дополнителни делови потребни за да се оствари саканиот асортиман на варијантите на моделот спрема производната програма на претпријатието.

За илустрација на напатствијата може да се разгледа сл. 6.1. На сл.6.1а е прикажан пример за редуцирање на бројот на делови, при што склоп составен од четири делови и четири комплета од елементи за врска, е заменет со два дела при што не се применуваат елементи за врска. Осовинката едноставно ускокнува на своето место. Вториот пример е кршилото на сл.6.1.б, кое во едната варијанта се состои од пет метални делови, а втората варијанта е едноделно и е направено од пластика.

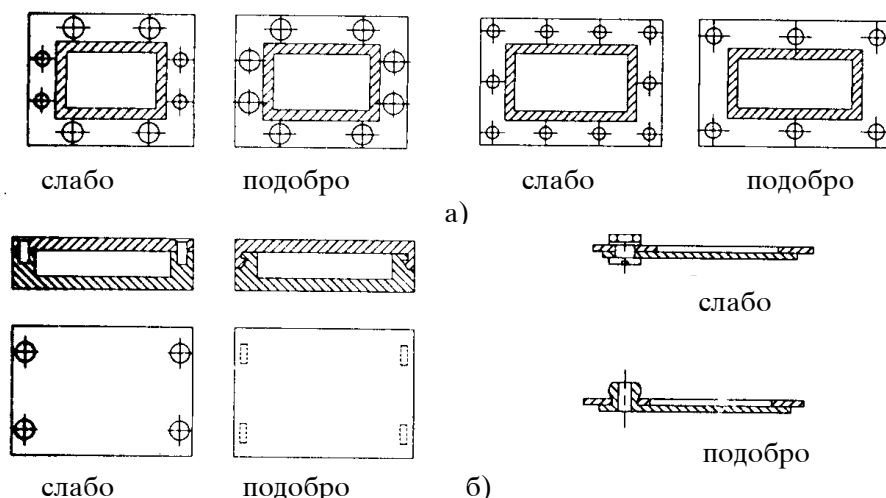


Сл.5.1. Примери на редуцирање на вкупниот број делови

2. Примени минимален број на различни елементи за врска.

- Примени помал број поголеми елементи за врска наместо повеќе помали.
- Примени најмал број различни видови елементи за врска.
- Конструирај така што завртките да се монтираат со движење надолу.
- Одбегнувај засебни подлошки.
- Применувај завртки со самонавртување каде што е можно.
- Редуцирај ги електричните кабли, а електронските склопови спојувај ги директно со чешел.

За илустрација на овие напатствија може да послужат примерите на сл.6.2а. Кај примерите на сл.6.2б завртките се заменети со ускокнувачи.



Сл.6.2. а) Намалување на бројот на различни делови б) користење врска со ускокнување каде што е можно

3. Конструирај го производот и модулите така да имаат подножен дел на кој бргу и едноставно се монтираат другите делови.

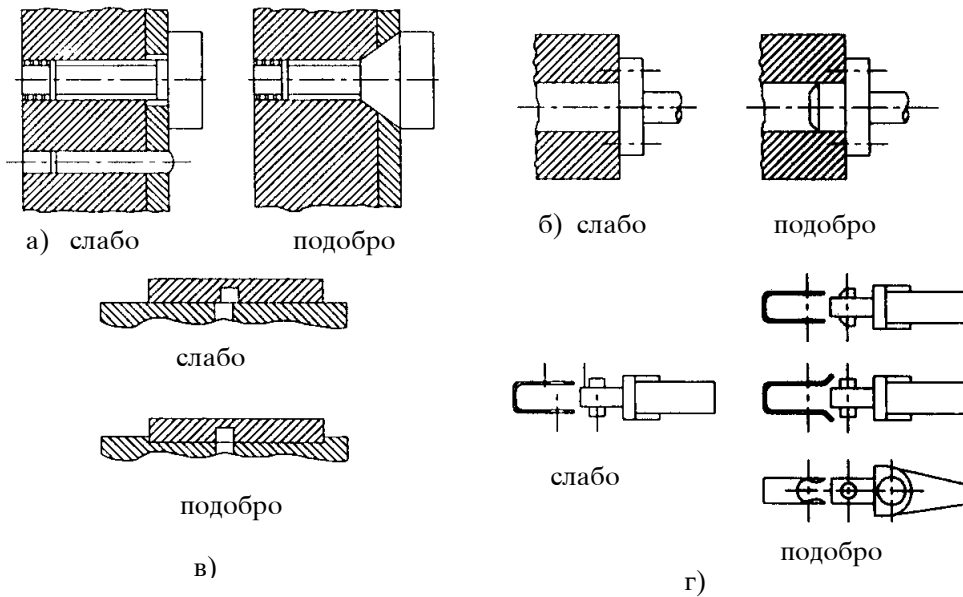
- Подножниот дел не би требало да го менува местото и ориентацијата во текот на монтажа.
- Одреди места за прицврстување во помагала.
- Овозможи самоводење при монтажа.
- Конструирај така што при монтажа деловите да се поставуваат еден над друг.

На сл.6.3 се дадени примери за илустрација на овие напатствија. Конусниот дел на сл.6.3а овозможува автоматско центрирање на двата дела, со што се отстранува потребата од чивија за центрирање. За центрирање на внатрешниот овор на сл.6.3в, применет е потпирач за да се осигури положбата на отворот. На сл.6.3б додаден е чеп со соборен раб за да се олесни центрирањето на отворите. На сл.6.3г се прикажани три начини за олеснување на монтажа со закосување на рабовите на еден од деловите.

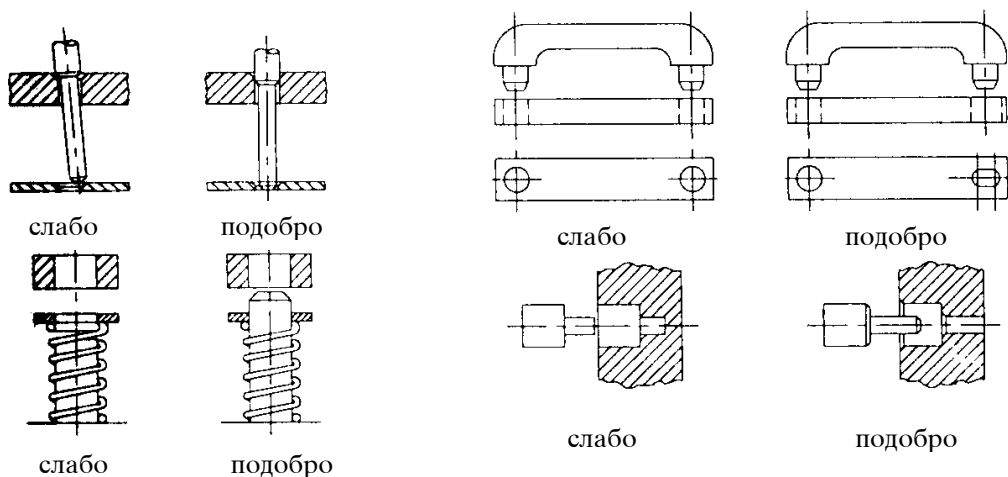
4. Зголеми ја ефективностa на редоследот на монтажа.

- Намали го бројот на сложени операции.
- Користи модулари конструкции.
- Одбегни едновременни операции.

- Овозможи едноставно ракување.
 - Одбегни свитливи материјали.
 - Намали ја разновидноста на деловите.
 - Деловите треба да имаат јасен облик за да не може да се монтираат погрешно.
 - Примени потсклопови, особено ако за изработка на различни делови се применуваат различни процеси.
 - Купечките склопови треба да се тестираат.
- Примерите на сл.6.4 прикажуваат неколку начини за одбегнување на истовремени монтажни операции.



Сл.6.3. Овозможи а) самоцентрирање б) елементи за водење

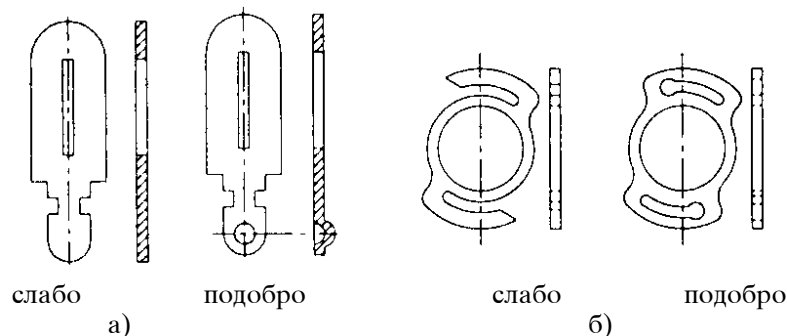


Сл.6.4 Одбегнување на едновремени монтажни операции

5. Одбегнувај конструкции кои го отежнуваат земањето на деловите.

- Одбегнувај облици кои предизвикуваат заемно преплетување на исти делови.
- Овозможи едноставно фаќање на деловите.

Делот на сл.6.5а има мала испакнатина за да се оневозможи да навлезе во отворот на друг ист дел. Делот на сл.6.5б е преработен така што неговиот облик е затворен и нема опасност да се заплетка со други исти делови.



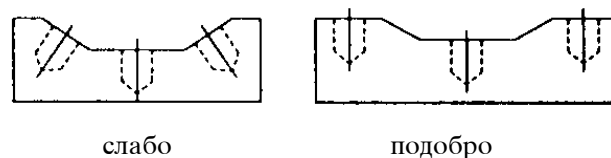
Сл.6.5. Конструирање делови кои не можат меѓусебно да се заплетат

6. Конструирај ги деловите за примена на стандардни постапки на ракување и проверка

- Примени едноставни движења за монтажа
- Стандардизирај делови од обликот на деловите или примени стандардни делови.

7. Конструирај ги деловите така што сите да се монтираат со праволиниско движење во иста насока (вертикално надолу).

Пример за дел со праволиниска монтажа е даден на сл.6.6.



Сл.6.6 Конструирање за монтажа во една насока

8. Примени соборени рабови

- Конструирај така што монтажата да биде со една рака.
- Конструирај така што не е потребна посебна вештина или размислување при монтажата.
- Конструирај така да не се потребни механички или електрични дотерувања.
- Примени најшироки толеранции кои одговараат на функцијата.

9. Наголеми ја достапноста и видливоста на компонентите, и обезбеди пристап за алатите за монтажа.

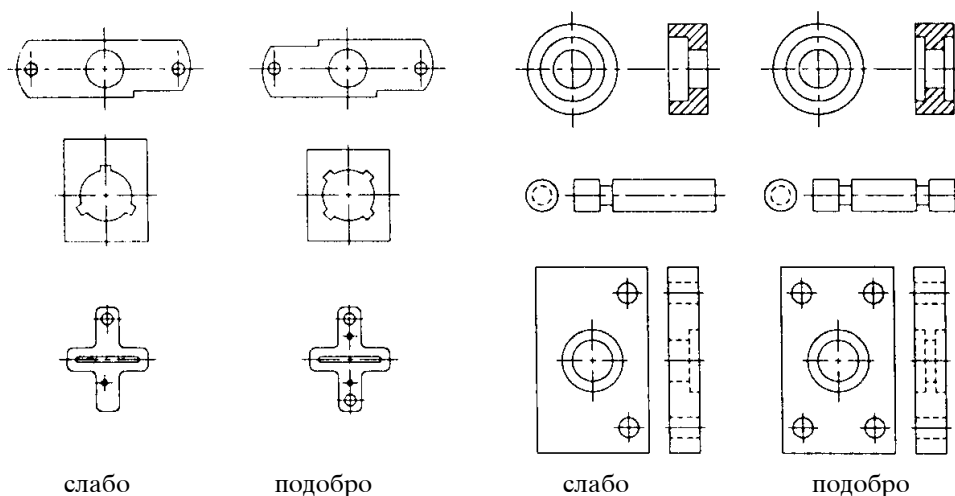
- Направи деловите да можат да се заменат без да се демантираат други делови.
- Подреди ја монтажата така да најдврстите делови се монтираат први а најосетливите на оштетување се монтираат последни.
- Предвиди можности за идни модули кои можат едноставно да се додадат.
- Овозможи продолжување на животот на производот со замена на одредени компоненти и предвиди простор за нив.

10. Конструирај ги деловите така да бидат симетрични или нагласено асиметрични.

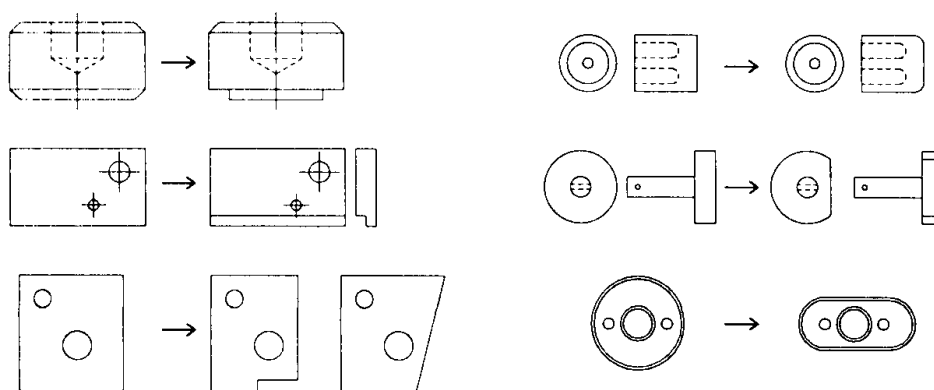
- Деловите конструирај ги симетрично ако не е неопходна одредена ориентација.
- Конструирај ги деловите да бидат симетрични околу оската на вградување.

- Одбегнувај леви и десни делови.

Примери за наголемување на симетријата или асиметријата се прикажани на сл. 6.7 и на сл.6.8 соодветно.



Сл.6.7. Конструирај делови со симетрични геометрички облици



Сл.6.8. Кога нема симетрија наголеми ја асиметријата

6.3. Разлики помеѓу рачната и автоматската монтажа

Рачната монтажа се одликува со голема флексибилност. Со рачна монтажа може да се монтираат различни видови производи, а притоа се забележуваат и неисправните делови и проблемите при монтажата. За рачна монтажа се потребни помали инвестиции во опрема и резултатите се обично подобри отколку при автоматска монтажа. При примена на рачна монтажа едноставно се преминува кон монтажа на нов производ.

За големи серии погодна е примената на автоматска монтажа со што се постигнува еднообразен квалитет на производите. При автоматска монтажа треба да се одбегнуваат несигурни монтажни операции. Деловите кои се конструирани за автоматска монтажа може едноставно да се монтираат рачно, освен за оние операции кои бараат голема сила или голема точност. Добра насока кон конструирање за автоматска монтажа е деловите да можат едноставно да се монтираат со рака.

6.4. Конструирање за монтажа

Порастот на грижата за човековата околина, здравјето и искористувањето на ресурсите поттикна низа активности сврзани со зголемената потрошувачка на добра. Еден од најголемите проблеми е одлагањето на искористените производи. Иако е зголемено рециклирањето, големи количества цврст смет се одлагаат во околината и предизвикуваат сериозно загадување. Во Германија годишно се исфрлаат два милиона автомобили. Повеќето метални делови повторно се користат, а се рециклира и 400000 тони други материјали како пластика, стакло и дрво. И отфрлањето на дотрајаните домашни апарати претставува голем извор на отпадоци. Компјутерската индустрија се судрува со истиот предизвик. Познатите фирми за производство на фотокопири ги откупуваат назад своите дотраени модели. Тие се демонтираат и се користи се она што може. Исто така, производителите на фотокопири го имаат намалено бројот на различни видови пластики и пени кои ги применуваат во своите производи од 100 на 25 со цел во иднина бројот да биде помалку од 10.

Демонтирањето на производите е голем проблем бидејќи повеќето производи не се конструирани за едноставно демонтирање. Најголем проблем се нераставливите врски и пресвлеките кои не можат да се одвојат од основниот материјал. Конструирањето за монтажа овозможува повторно користење, дорботка и рециклирање на материјалите и компонентите. Повторното користење на деловите заштедува многу ресурси. Тоа се применува подолго време во автомобилската индустрија каде се преработуваат и препродаваат деловите од отпадите. Околу 60% од тонерите за фотокопирите се враќаат и се подготвуваат за повторна употреба. Фирми за рециклирање тонери успешно работат и во Скопје. Последниве неколку години законската регулатива во Германија и Јапонија ги обврзува претпријатијата да се грижат за рециклирање на сопствените производи со цел да ги подобрат конструкциите од аспект на монтажа и рециклирање.

Во скоро сите високо развиеени земји на сила се закони за минимизирање и прибирање на отпадот од опаковки, батерии, автомобилски масла, течноста за ладење од фрижидерите и др. Во однос на правната регулатива најдалеку во оваа област се Германија и Јапонија. Од 1995 година, производителите на автомобили и електронските апарати (наскоро и бела техника) во Германија се должни да ги земат назад своите дотрајани производи и да рециклираат висок процент од вградените материјали. Оваа регулатива се однесува и на странските производи кои се продаваат во Германија.

Материјали кои може да се рециклираат се:

- металите: железо, челик, бакар, месинг, алуминиум, олово,
- термопластики: полипропилен, ABS, полиетилен, најлон, акрилик, PVC, поликарбонат,
- други материјали: стакло, филц, дрво, повеќето течности, хартија.

Материјали кои не може да се рециклираат:

- ламинати: стакло и пластика, винил, пластика со метал,
- галванизиран челик: челик пресвлечен со цинк,
- термосет пластики: фенол, меламин,
- керамики,

- делови со залепени, нитнувани или на друг начин прицврстени етикети од материјал различен од делот (на пр. етикетите од хартија ја влошуваат рециклабилноста на делови од пластика или стакло).

Материјали кои се опасни по околината:

- опасни течности: киселини, бази и раствори,
- тешки метали: жива, олово, кадмиум, арсен, родиум
- радиоактивни материјали
- некои пластики се отровни за живиот свет во водите
- неметали: азбест

Монтажа и демонтажа се важни и за 1) конструкции со големи димензии кои се монтираат на лице место, 2) за да се прилагоди производот кон начините на транспорт во однос на големина и тежина, и 3) за производи кои ги монтира корисникот.

6.5. Насоки за конструирање за демонтажа

При конструирањето за демонтажа се користат неколку стратегии:

- **Отстрани ги најпрво деловите со најголема вредност и запри со демонтажата кога веќе нема добивка.**
- **При демонтажата пожелно е да се демантираат повеќе делови одеднаш.**
- **Деловите направени од токсични материјали треба да се демантираат и одложат во специјални контејнери.**

Добивката при демонтажа се остварува претежно со препродавање на повторно применливите потсклопови и делови или со користење на материјалите од кои се направени деловите, како и со намалување на трошоците за одложениот отпад. Металите може да се користат неограничен број пати ако не се загадат или измешаат. Најголема вредност имаат скапоцените метали, нешто помала обоените метали и потоа железото.

Вредноста на демантираните компоненти може да се одреди според следната хиерархија:

- Повторно применлива.
- Применлива по доработка.
- Рециклирање при што се добива материјал со исти својства.
- Рециклирање при што се добива материјал со послаби својства.
- Се пали и се користи за добивање топлина.
- Се фрла на ѓубриште.

Потребниот квалитет на компонентата ја одредува постапката за размонтирање. Хиерархијата на потребниот квалитет е:

- Како нова.
- Цела и недеформирана, но со прифатливо оштетување на површините.
- Се прифаќа оштетување и згмечување но не и контаминација на материјалот.
- Се прифаќа со контаминација на материјалот во точно одредени граници.

Понатаму се наведени неколку насоки за конструирање за рециклирање развиени во General Electric:

- Применувај компатибилни материјали (слични челици, слични пластики).
- Применувај материјали кои можат да се рециклираат за деловите и за елементите за врска.
- Намали го бројот на различни материјали.

- Конструирај така да развојувањето и чистењето на компонентите е едноставно.
- Применувај двонасочни врски со ускокнување или предвиди места за лесно кршење на ускокнувачите.
- Означи ги материјалите од кои се направени деловите со препознатливи ознаки.
- Одреди ги точките на раздвојување.
- Одбегнувај дополнителни завршни операции како боење, облоги и пресвлеку.
- Одбегнувај токсични материјали, пени, тешки метали и др.
- Минимизирај ја потрошувачката на материјал во производството, бидејќи повеќето струшки не можат да се рециклираат.

Симболи за означување на некои пластични материјали

ABS	Акрилонитрил/бутадиен/стирен
EP	Епоксид
EC	Етил целулоза
PA6	6 Полиамид (Најлон 6)
PA11	11 Полиамид (Најлон 11)
PB	Полибутан-1
PC	Поликарбонат
PET	Полиетилен терефталат
UP	Полиестер, термосет (незаситен)
PE	Полиетилен
PE-LLD	Полиетилен, ниска густина
PE-HD	Полиетилен, висока густина
PE-UHMW	Полиетилен, ултра висока молекуларна густина
PP	Полипропилен
PS	Полистирен
PTFE	Политетрафлуоретилен
PUR	Полиуретан, термосет (незаситен)
PVAC	Поли (винил ацетат)
SI	Силикон
TPUR	Пилиуретан (термопластичен еластомер)

Систем за кодирање на пластични контејнери



Полиетилен терефталат



Полиетилен со висока густина



Пливинил хлорид (Винил)



Полиетилен со ниска густина



Полипропилен



Полистирен



сите други

7. КОНСТРУИРАЊЕТО И ПРОЦЕСИТЕ НА ИЗРАБОТКА

Процесите за изработка се одбираат имајќи на ум одредени карактеристики на деловите како: големината, сложеноста на обликот, квалитетот на површините, јакоста, толеранциите на мерите, цената и бројот на деловите кои треба да се изработат. Конструирањето за процесите на изработка се однесува првенствено на поединечни делови, за разлика од конструирањето за монтажа, каде се анализира склопот.

Процесите на ковање општо замано резултираат во делови со поголема јакост отколку деловите добиени со леење. Карактеристики на производот кои се важни во процесот на неговата изработка се:

- Состојбата на површините (рапавост)
 - Точноста на мерите
 - Сложеноста на обликот
 - Големината на серијата
 - Цената
 - Големината
1. Состојба на површините. Квалитетот на површините е битен за точно спојување на деловите во склопот и за остварување на функцијата на деловите. Постои врска помеѓу рапавоста на површините и толеранциите. Толеранциите треба да се најмалку 10 пати поголеми од просечната рапавост на површината.
 2. Точност на димензиите. Заменливоста на деловите е неопходна кај производите со големосериско производство. Заменливоста е неопходна за лесно одржување и монтажа на производите. Некои процеси на обработка овозможуваат добивање точни димензии, а некои не. Трошоците за обработка растат експоненцијално со стеснување на толеранциите.
 3. Сложеност на обликот. Едноставните облици можат да се изработат со повеќето процеси на обработка, но сложените облици не можат да се добијат со секој процес. Ротационите делови се погодни за обработка со стружење. При синтерување деловите не смеат да имаат остри рабови. Скоро секој од процесите на обработка не може да се примени за некој вид сложен облик, па сложеноста на обликот ги одредува процесите кои можат да се применат за изработка на делот.
 4. Големина. Изборит на процесот на обработка може да е лимитиран од димензиите на делот.
 5. Големина на серија. За сите процеси постои минимален број делови кои треба да се изработат за економска оправданост на примената на процесот. Ова мора да се уважи при избор на процесот.
 6. Цена. Цената на процесот е обично најважниот параметар. Цената зависи од сите горенаведени атрибути: големина, облик, големина на серија, толеранциите и квалитетот на површините. Трошоците ги содржат трошоците за обработка, алати, трошоците за работна рака, опрема итн.

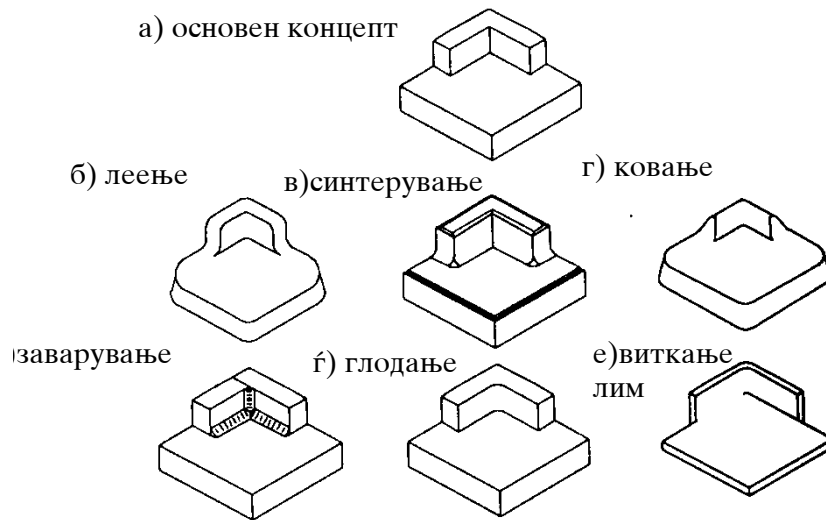
7.1. Општи препораки за намалување на трошоците за обработка

Следните принципи се однесуваат на повеќето процеси на обработка и со нивна примена обично се добиваат производи со помали трошоци на обработка.

1. **Едноставност.** Доколку другите фактори се исти, тогаш производот со помал број делови, со делови со поедностабен облик, со помалку прецизно подесувања и со најкус редослед на изработка е нејевтин за производство. Наједноставната конструкција обично е најсигурна, најлесна за одржување и најелегантна.
2. **Стандардизација на материјалите и компонентите.** Примената на лесно достапни материјали и купечки делови овозможува рентабилно производство и на производи во мали серии. Примената на стандардни делови ја олеснува набавката, се одбегнува набавка на алати и опрема и се забрзува процесот на изработка.
3. **Стандардизација на обликот на производот.** Кога треба да се произведат слични производи, треба да се применат исти материјали, делови и потсклопови колку што е можно повеќе.
4. **Примена на пошироки толеранции.** Повисоката цена при примена на потесни толеранции произлегува од: 1) потребата за брусење, хоновење и лепување, по вообичаените операции на обработка, 2) поголемата цена на алатите поради нивната поголема прецизност и поголемото внимание потребно при нивната примена и абење, 3) долготрајноста на операциите, 4) потребата за подобро обучени работници, 5) поголемите трошоци за машини за прецизна обработка.
5. **Примена на продуктивни материјали.** Применувај ги најлесно обработливите материјали доколку ги задоволуваат функционалните барања и имаат пристапна цена. Најекономичен материјал е тој за кого збирните трошоци за материјалот, обработката и трајноста се најпогодни.
6. **Интеграција на функциите на делот.** Деловите треба да се обликувани за повеќе од една функција, доколку тоа е можно.
7. **Одбегнување на дополнителни операции.** Каде е можно треба да се елиминираат и упростат второстепените операции, како што се поправање грешки, проверки, боење и термичка обработка. Треба да се обработат само оние површини за кои обработката е неопходна. Се одбегнува обработка која не е потребна од аспект на основната функција, освен ако постојат одредени естетски причини.
8. **Конструкцијата треба да соодветствува со потребното ниво на продуктивност.** Конструкцијата треба да е прилагодена за методот на производство кој одговара на предвиденото количество производи кои треба да се произведат.
9. **Искористи ги специјалните можности на процесот на обработка.** Искористи ги специјалните можности на применуваните процеси кои се применливи кај поедините делови. На пример, пластичните делови произведени со вбризување можат да имаат одредена боја и текстура (ситна шара од правилни нерамнини на површината) кога ќе се извадат од калапот, синтеруваните делови (произведени од метална прашина мешана со материјал за поврзување) обично се порозни, што овозможува добро подмачкување на споевите, а кај лежиштата направени од ваков материјал нема потреба од постелка.

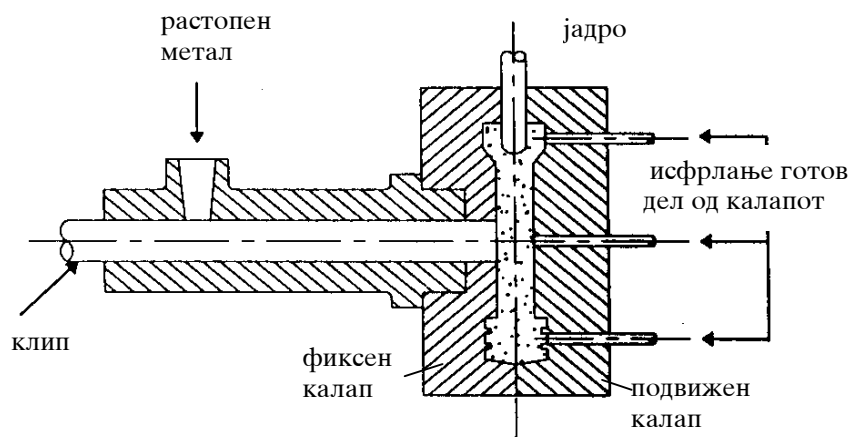
7.1.1. Врска помеѓу процесот на изработка и обликот на делот

За секој процес на обработка постојат одредени напатствија кои ги одредуваат видовите на конструктивни облици кои можат да се изработат и кои се економични за дадениот процес. За да се согледа важноста на овие напатствија може да се разгледа концептот на делот прикажан на сл.7.1. Доколку делот треба да се изработи со некој од шесте процеси на обработка дадени на сликата, делот треба да претрпи соодветни модификации на обликот.



Сл.7.1 Влијание на процесот на обработка врз геометријата на делот. Геометриските разлики кои зависат од процесот се прикажани зголемено

7.2. Леење во трајни калапи



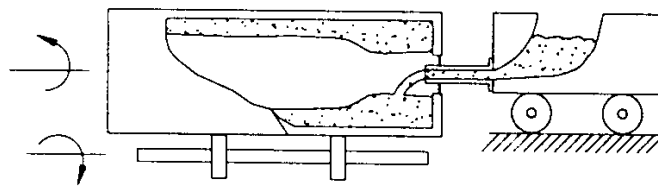
Сл.7.2 Леење во кокили (метални калапи) под притисок

Растопениот метал се внесува под притисок во траен калап, кој има каналчиња за ладење. Кога металот ќе се олади се отвараат двете половини на калапот и делот се вади (сл.7.2).

Карактеристики на процесот се:

- Се применува претежно за метали и легури со пониска точка на топење и кои немаат афинитет кон железо (за да не се расипе бргу калапот)
- Материјалот се користи скоро целосно
- Големина на серија од 10000 до 100000 производи
- Квалитет на површина со рапавост 0,4-1.6 μm , но висока внатрешна порозност
- Можност за изработка на делови со сложен облик
- Рамност на површините е 1.1mm/m. Точност на димензиите е $\pm 4\text{mm/m}$.
- Производи: делови со сложен облик за автомобили, уреди, мотори, рачни алати, оптички направи.

7.3. Центрифугално леење



Сл.7.3 Центрифугално леење

Растопениот метал се истура во цилиндричен метален калап кој ротира околу својата оска. Со помош на центрифугална сила металот се прилепува кон ѕидовите на калапот.

Карактеристики на процесот се:

- Материјалот се користи 100%
- Големина на серија мала или умерена
- Порозноста и нечистотиите бегаат кон внатрешната површина
- Надворшна површина со добар квалитет, со рапавост околу 6 μm
- Се применува за леење шупливи цилиндрични облици.
- Толеранциите зависат од калапот.
- Производи: долги цевки, цевки за гас и вода, тркала, прстени за лежишта, запченици, подлошки.

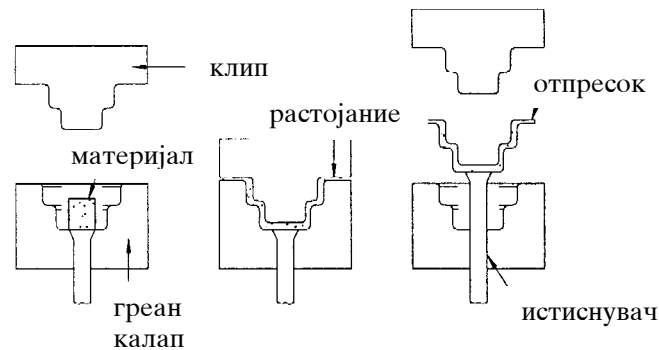
7.4. Пресување во калап

Материјалот (обично со претходно подготвен облик) рачно се поставува помеѓу двете половини на калапот, кои се загреваат и затвораат под притисок (сл.7.4). Материјалот го исполнува калапот и отврднува. Количеството материјал треба да е доволно за да го исполни калапот и притоа да не истече многу надвор од калапот.

Карактеристики на процесот се:

- Материјалот се користи скоро целосно
- Големина на серија од 1000 до 1000000 производи
- Цената на калапот е висока
- Добар квалитет на површините
- Можност за изработка на делови со сложен облик, но мора да се отворени кон страната на алатот.
- Точност на мерите $\pm 3.6\text{mm/m}$.

- Материјали: полиестери, полиамиди, алкиди, епоксиди, силикони, гума.
- Производи: делови за електротехника и електроника, чинии, рачки, бокали, копчиња, заптивки, гумени манжетни.



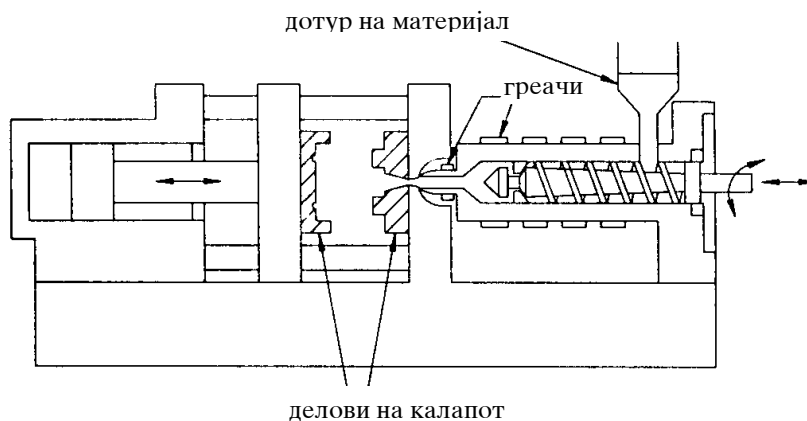
Сл.7.4 Пресување во калап

7.5. Вбризгување во калап под притисок

Термопластичен материјал се доведува, меша и загрева минувајќи низ цилиндрична комора. Растопениот материјал се вбризгува во калап, каде се лади добивајќи го обликот на калапот. Калапот е ладен, па пластиката оцврснува веднаш штом ќе го допре калапот.

Карактеристики на процесот:

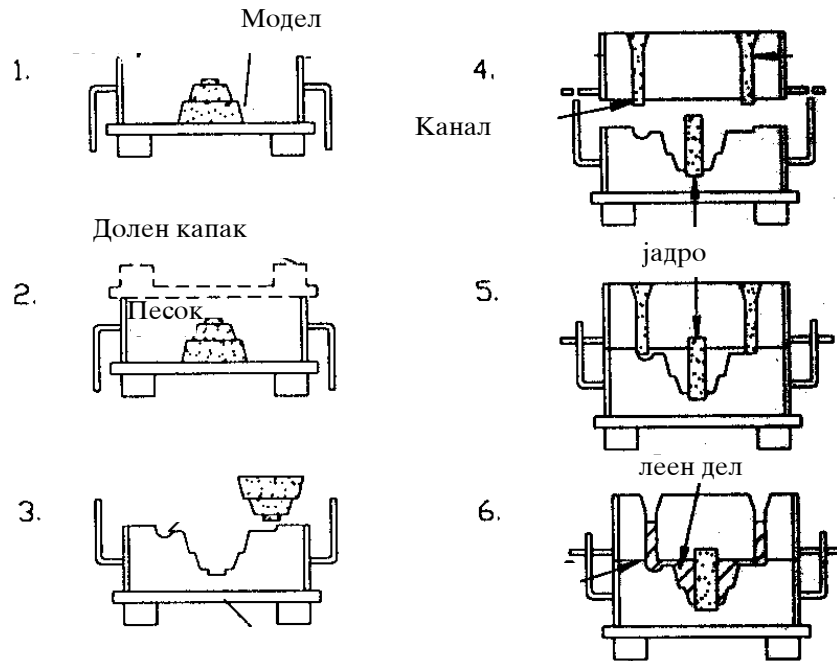
- Материјалот се користи скоро целосно
- Големина на серија од 10000 до 10000000 производи
- Квалитетна површина
- Можност за изработка на делови со сложен облик
- Толеранции на мерите $\pm 0.2\mu\text{m}$ за термопластика и $\pm 0.05\mu\text{m}$ за термосетови.
- Материјали: епоксиди, најлон, полиетилен, гума
- Производи: контејнери од сите видови, капаци, рачки, водоводни цевки.



Сл.7.5 Машина за вбризгување во калап

7.6. Леење во песочни калапи

Во смеса од песок, глина и други материјали се прави отисок во форма на делот, кој се пополнува со растопен метал (сл.7.6).



Сл.7.6 Леење во песочен калап

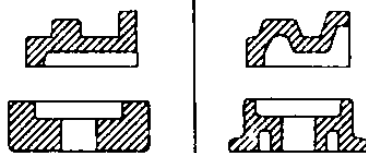
Карактеристики на процесот:

- Материјалот се користи околу 50%
- Со овој процес можат да се произведат различни сложени облици
- Површините се груби поради допир со песокот со рапавост 12-25 μ m
- Отстапување од рамност на површините е 4 mm/m
- Минимален дијаметар на отвор 13 до 25 mm
- Можат да се леат големи делови
- Производи: блокови на машини, постоња за машини, куќишта за компресори и пумпи, тела на вентили, сопирачки и др.
- Материјали: леано железо, јаглороден челик, легиран челик, алуминиумски легури, бронза, бакарни легури, легури на магнезиум и никел.

7.7. Конструктивни напомени за процесите на обликување во калап

Табела 7.1 Конструктивни наџомени за вбризгување во калај њод ѡриѡисок

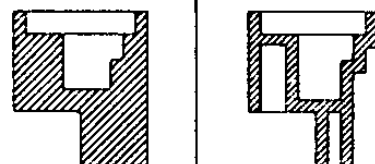
Рамномерна дебелина на сидовите



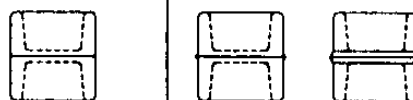
Благ премин меѓу различни дебелини на сидови



За двабоки отвори користи степенест облик

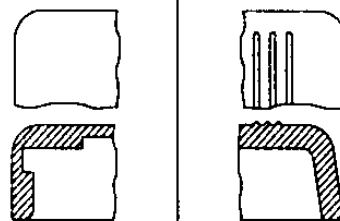


Рамномерна дебелина на сидовите

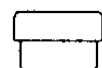
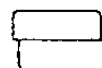


Задебелување на местото на раздвојување го олеснува вадењто од калап

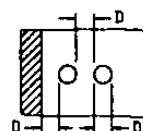
Користи декоративни детали за камуфлажа на оштетивање или извиткување



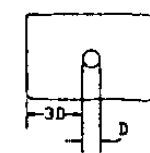
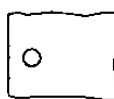
Ивбегнувај закриени места и одржувај рамномерна дебелина на сидовите



Неточноста во поставувањето на калапите се камуфлира со мала рзалика во димензиите

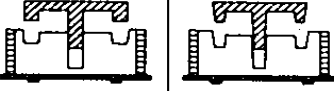


Минимално растојание помеѓу отвори и сидови



Минимално растојание помеѓу отвор и раб

Табела 2. Конструктивни препораки за леење во ѓесочни калапи

Одбегнувај остри рабови	
Одбегнувај концентрација на маси и обезведи еднаква дебелина на ѕидови	
Рамномерна дебелина на ѕидови	
Пресеците меѓу ѕидовите треба да се под прав агол	
Намали го бројот на ребра кои се среќаваат во иста точка	
Обезбеди конусност во однос на поделбената линија	
Рамни поделбени површини се поекономични	
Предвиди отвори за излез на гасовите при леењето	
Предвиди конусност на деловите за лесно вадење од калап	

7.8. Стругање

Обработуваното парче ротира со голем број вртежи околу својата оска, а алатот се движи полека симнувајќи струшка со дадена дебелина. Со стругањето се добиваат цилиндрични, конусни и рамни површини.

Карактеристики на процесот:

- Слабо искористување на материјалот. Струшката тешко се рециклира поради загадување со средството за ладење.
- Многу голема флексибилност за производство на различни ротационо-симетрични облици во различни серии
- Стандарден ефтин алат
- Голема точност на добиените мери
- Толеранции на мерите $\pm 0.02\text{mm}$ за вообичаен квалитет и до ± 0.005 за фино стругање.
- Производи: клипови, осдовини, вратила, вентили, споеви за цевки и др.
- Материјали: алуминиум, бронза, пластики многу лесно се обработуваат, леано и конструктивно железо добро се обработуваат, некорозивен челик тешко се обработува.

7.9. Глодање

При глодање обработката се врши со повеќе забавно глодало кое врши брзо работно движење околу својата оска. Поместот го остварува глодалото или обработуваниот дел.

Карактеристики на процесот:

- Материјалот слабо се користи. Струшката тешко се рециклира поради загадување со средството за ладење.
- Големата флексибилност на процесот овозможува поединечно и малосериско производство
- Трошоците за алат се ниски
- Можат да се обработуваат рамни, просторни и сложени закривени површини.
- Отстапувањето од рамност е обично $\pm 0.4\text{mm/m}$.
- Типични толеранции се околу $\pm 0.15\text{mm}$
- Материјали: алуминиум, бронза, пластики многу лесно се обработуваат, леано и конструктивно железо добро се обработуваат, некорозивен челик тешко се обработува.

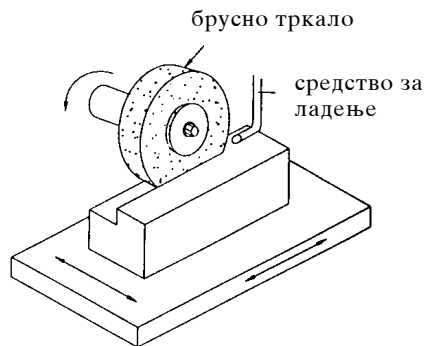
7.10. Брусеење

При брусеење се симнува многу тенок слој материјал со помош на абразивни зрнца од површината на тоцилото. Тоцилото е обично со цилиндричен или конусен овлик и го врши работното движење. Поместот може да го врши тоцилото или обработуваниот дел.

Карактеристики на процесот се:

- Се произведуваат многу прецизни и мазни површини.
- Поради високите температури на површината се создава тенок ојакнат слој.
- Искористувањето на материјалот е релативно слабо, а струшката не може да се рециклира.
- Процесот е многу флексибилен и овозможува брусеење на различни облици.
- Брусеењето е споро.
- Квалитетот на површината зависи од утрошеното време и големината на зрната на тоцилото. Вообичаено отстапување $\pm 0.012\text{mm}$ за дијаметри и $\pm 0.002\text{mm}$ за рамни површини. При фино брусеење, отстапувањата можат да бидат и 10 пати помали.
- Рамноста е околу $\pm 0.01\text{mm}$, а паралелноста $\pm 0.005\text{mm}$.
- Се обработуваат ротациони и рамни површини

- Производи: вратила, оски
- Материјали: леано железо, конструктивни челици, алуминиум, бронза, керамика



Сл.7.7 Брусене

7.12 Конструктивни напатствија за делови обработувани со симнување струшка

Табела 7.4 Конструктивни препораки за делови обработени со симнување

	слабо	добро
Обезбеди површина за стегане		
Избегнивај остри агли и задади радиус на заоблување		
Овозможи простор за излез на алатот		
Одбегнувај симнување голем слој материјал		
Деловите треба да се куси и крути за да се избегне свиткување		

Табела 7.5 Конструктивни најайсѝвија за делови обработувани со гладање

	слабо	добро
Истакни ги раните површини кои се обработуваат		
Овозможи простор за излез на алатот		
Помалку нивоа и агли за обработка		
Одбегнувај потсекувања		
Со намалување на обработуваната површина се заштедува време		
Делот и алатот треба да се доволно крути за да не се свиткуваат		

Табела 7.6 Конструктивни најайсѝвија за брусење

	слабо	добро
Намали ги површините и тежината на обработуваниот дел		
Овозможи слободен пристап до површините		
Одбегнувај наслони кои го ограничуваат брусењето		
Обезбеди жлебови за излез на алатот		

8. КОНСТРУКТИВНО ОБЛИКУВАЊЕ ОД РАЗНИ АСПЕКТИ

8.1. Конструирање за надежност

Надежноста се дефинира како веројатност со која уредот ќе ја остварува својата намена под предвидените работни услови. Периодот на работа за различни уреди е различен и варира од еднаш (за воздушно перниче) до многу милиони пати (лежишта, прекинувачи, мотори).

Одредувањето на надежноста на производот обично вклучува тестирање и анализа (напони, температури, вибрации). При проверката треба секогаш да се предвиди можноста за неправилна употреба на производот од страна на корисникот. *Добра конструкција е онаа кај која е предвидено кои неправилни примени можат да се случат при експлоатација.*

Со конструирање за надежност се отстрануваат можностите за појава на откази во работата на производот преку:

- предвидување на замор на материјалот кај подвижните делови
- предвидување на деградација на својствата на површините
- предвидување на деградација на материјалот од агресивна околина
- предвидување на паралелен систем, доколку откаже првиот
- предвидување на можни оштетувања при транспорт и складиштење
- предвиди статистичка контрола на процесот на изработка
- следи ги поплаките на корисниците
- издади напатствија за начинот на правилна експлоатација на производот.

Отказите на некои производи ги доведуваат во опасност човечките животи. Такви производи се на пример: вештачки залистоци, вештачки колкови, авиони и др. Веројатноста за откази е поголема во почетокот на работата на производот (пред првиот сервис) и при крајот на векот на производот (поради дотрајаност). Новите авиони во почетокот на работата летаат само на куси растојанија за да се намали опасноста од евентуален отказ.

Вградувањето на неквалитетен дел може многу да го чини претпријатието. Кај возилото Опел Астра во почетокот бил вградуван пластичен дел кај отворот на резервоарот за бензин, кој почнал често да се расипува и да доведува до опасност од истекување бензин и запалување на ауто. Грешкака е отстранета кај сите автомобили кои биле веќе продадени, што и донело на компанијата дополнителни трошоци.

8.2. Безбедност и правна регулатива

Конструирањето на безбедни производи има за цел да ги отстрани опасностите од повреди при употреба на производот. Притоа треба да се познава ергономијата (човечкиот фактор) за да се овозможи удобна и сигурна работа. Постои класификација на видовите на повреди кои можат да настанат поради правилна или неправилна примена на производите. Механичките повреди можат да бидат скршеници, изместувања, отсекувања и убоди. Повреди можат да настанат и од струја. Хемиските материји можат да предизвикаат труење, изгореници или проблеми во дишењето.

Основна задача на конструирањето за безбедност е да се заштитат луѓето од повреда од производот. Освен тоа, конструирањето за безбедност вклучува да не се предизвика штета на имот или штета на животната средина. Исто така,

треба да се има предвид и штетното дејство што уредот би можел да го има врз други уреди при работа или расипување. Стратегијата за производство на безбедни производи се состои во примена на следните напатствија по дадениот редослед:

- отстрани ја опасноста со примена на подобра конструкција или технологија,
- ограничи го пристапот до опасноста,
- дополнително, информирај го корисникот за опасноста со опомени поставени на видно место
- ако е потребно, обучи го корисникот да ја одбегнува опасноста.

Од аспект на безбедноста, најдобро е производот да е конструиран така што да бидат отстранети сите опасности. Не е секаде можно сосема да се отстрани опасноста. Околу деловите од машините кои ротираат се поставуваат заштитници, уреди за заштита од удар, автоматски прекинувачи, кои автоматски ја исклучуваат машината и други безбедносни уреди. Опомените имаат за цел го привлечат вниманието, да ја објаснат опасноста и да дадат напатствија за нејзино одбегнување. Уреди за опоменување се гласни звуци, светилки што трепкаат, или табли со крупни натписи. Опомените често не се почитуваат. Поставувањето на опомени има значење и за производителот за да се заштити од тужење поради повреди кои настанале поради неправилна примена на производот. Сепак, поставувањето на опомени не се уважува секогаш од страна на судот, особено ако се установи дека опасноста е предизвикана од немарноста на конструкторот.

Пример за успешна примена на опомените е натписот на еден спреј за чистење. Тинејџерите почнале да го вдишуваат спрејот за релаксација иако пишувало дека тоа е штетно по здравјето. Производителите напишале нова опомена дека од вдишување на спрејот паѓа косата и се искривува лицето, што ги исплашило и одвратило тинејџерите, иако напишаното не било точно.

Опасни карактеристики на производите се:

- забрзување
- хемиски реакции
- струја
- температура и топлина
- притисок
- вибрации и бучава.

Кај некои производи со закон се предвидени безбедносни стандарди и повремени проверки. Такви производи се: машини, играчки, опрема за спорт и рекреација, лифтови, кранови, жичарници и др. Повремената проверка треба да се врши во со закон пропишани интервали и добиениот атест или негова копија (со јасно видлив печат и датум на издавање) треба да е јавно истакнат за да можат да го видат корисниците. Машините кои се изработени според стандардите за безбедност треба да ја имаат ознаката СЕ.

9. ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА ЗА ПРОИЗВОДОТ

Документи кои го презентираат производот на крајот на процесот на конструирањето се: склопните и работилничките цртежи, записите на конструкторот, патенти, монтажни планови, контрола на квалитет и информации за запазување на квалитетот. Друг тип на документација за производот се забелешки за промените направени по започнување на производството.

Инженерскиите забелешки ги содржат техниките користени во процесот на конструирањето, клучните одлуки на тимот, како и резултатите од анализите. Во

овој вид документација спаѓаат и заклучоците од состаноците на тимот за развој на производот. Овие информации го чинат *историјата на процесот на конструирањето*.

При формирање на концептот на конструкцијата се користат претежно туѓи патенти за чие користење се плаќа надомест. Во некои случаи, при развој на производот може да се дојде до нови идеи, кои не се претходно опфатени со патенти. Во таков случај треба да се оформи и *документација за ипатенти*. Скоро секој уред или процес кој е нов, корисен и кој не е очигледна работа, може да се патентира. За остварување на патентни права, пронаоѓачот треба да склучи договор со Бирото за заштита на индустриска сопственост, при владата на Р. Македонија. Пронаоѓачот добива ексклузивно право врз патентот во рок од 20 години од датата на поднесување на барањето за заштита на патентот. За сметка на тоа, пронаоѓачот треба да даде јавно појаснување на идејата преку публикација на патентот. На тој начин, општеството има корист од патентот, а пронаоѓачот може да ги заштити своите права во случај на неовластена примена на патентот. Во пракса, правата се остваруваат преку судски парници, кои може да бидат скапи. Во основа има два вида на патенти: за конструкција и за примена. *Патенти за конструкција* се однесува на обликот и изгледот. На пример, постојат многу патенти за четки за заби, кои имаат различен облик. *Патентите за примена* се однесуваат на примена и функционирање. Патенти за примена се прават за процеси, машини, технологии на обработка или за состав.

Како дел од техничката документација често пати се бара да се даде и *инструкција за монтажа на производот* во која се наброени чекор по чекор операциите на поврзување на компонентите во целина. Постапката за монтажа е појдовна основа за конструкција на помагалата потербни за придржување на компонентите или за реализација на монтажните операции.

Во техничката документација треба да се внесат и *инструкциите за осигурување на квалитетот*, односно потребните меѓуфазни контроли на квалитет. Контролата на квалитет треба да содржи контрола на влезните материјали и набавените компоненти. Треба да се нагласи: што, како и колку често треба да се проверува за да се запази потребниот квалитет и функционалност на производот.

Документација за *осигурување на квалитетот* треба да се подготви во случај кога производот подлежи на државни стандарди. На пример, секој нов лек мора да помине низ постапка на регистрација. Сично, производителите на медицинска опрема треба да имаат детална документација за осигурување на квалитет на материјалите и процесите користени во нивните производи.

Конструкторскиот тим е одговорен за целосниот животен циклус на производот. Заради тоа, дел од техничката документација се и постапките за инсталација, за одржување и за одложување на искористените производи. *Инструкцијата за инсталација* содржи упатства за отпакување, поставување/фундирање, деблокирање, поврзување на извор на енергија, прва употреба и заштита од загадување на околината. *Инструкцијата за употреба* го опишува начинот на нормално користење на производот. Притоа може да се дадени различни начини на работа: вклучување, мирување, исклучување итн. *Инструкцијата за одржување* ги содржи превентивното одржување, проверка на исправност на работа и постапки за поправка и замена на компоненти. *Инструкцијата за рециклирање* содржи напатствија како да се демонтира и рециклира, или одложи на отпад дотрајан производ со цел да се запази човековата околина и подобро да се искористат вградените материјали.