

7.8. Материали за изработване и термообработки на зъбни колела.

В зависимост от предназначението и условията на работа на предавката / натоварване и периферна скорост /, за изработването на зъбните колела се използват на-често стомани, по-рядко чугуни, напоследък навлизат все по-често и пластмасите материали /текстолит, капрон, лигнофол и др./.. Макар и рядко, намират приложение и различни сплави на цветните метали.

Чугун – използва се за изработване на зъбни колела с по-големи размери и периферни скорости на работа / $V = 3\text{m/s}$ / и малки натоварвания. Най-често се използват модифицирани чугуни СЧ 30 и СЧ 35, които имат висока твърдост и износоустойчивост. При по-значителни натоварвания се прилагат сфероидални и модифицирани чугуни. Основен недостатък на чугуна е ниската му якост на огъване.

Основен материал за изработване на зъбни колела е стоманата. Използват се въглеродни стомани обикновено качество / АСт 5, АСт 6 /, качествени стомани /35, 45, 50 / и легирани стомани / 40Х, 40ХН, 12ХН3А, 18ХГТ, и др./ Летите въглеродни и легиране стомани /35Л, 45Л, 40ХЛ и др./ се употребяват за изработване на зъбни колела с големи диаметри / над 250 mm / и работещи при периферни скорости $V \leq 7\text{m/s}$.

Практиката и научните изследвания са показали, че товароносимостта на зъбните предавки зависи най-вече от твърдостта на материала. Термично необработените стомани имат сравнително близки механични свойства. Затова за получаване на определена твърдост стоманите се подлагат на термична и химикотермична обработка /Х.Т.О/. В зависимост от твърдостта на работните /активните/ повърхностни слоеве стоманените зъбни колела се разделят на две основни групи:

А. Колела с твърдост $HV \leq 3500$. Твърдостта се получава чрез термичните обработки *нормализация* или *подобрене*.

Нормализация се осъществява чрез нагряване на заготовката до определена температура и следващо бързо охлаждане на въздух. Осигурява се равномерна структура на материала по целия обем на заготовката. *Подобрението* е закалената стомана да се загрее до $200\text{...}300^{\circ}\text{C}$ и следващо бавно охлаждане. Зъбите се нарязват след съответната термообработка. Зъбните колела са с висока точност, поради което не се налагат скъпите допълнителни обработки шлифоване, притриване и др. Колелата добре се сработват и са сравнително издръжливи на динамични натоварвания. В тази връзка се препоръчва твърдостта на малкото зъбно колело по Бринел да е по-висока от тази на голямото зъбно колело със 100 до 150 МПа. Тъй като малкото колело е по-неблагоприятно натоварено, тази разлика ще се отрази благоприятно върху механичните му характеристики. Такива зъбни колела се прилагат обикновено в дребносерийното и единичното производство, при слабо натоварени предавки или при големи габарити на детайлите, при които термообработката се затруднява.

Б. Зъбни колела с твърдост $HV \geq 3500$ /твърдостта може да достигне $HRC=60$ / се увеличава значително товароносимостта на и износоустойчивостта на предавката. Тук възникват някои недостатъци като например трудното сработване на колелата и усложняване на технологията на изработка. Прилагането на такива колела е целесъобразно при едросерийното и масово производство, понеже допълнителните технологични разходи се компенсират чрез намаляване на габаритите на предавката.

Твърдостта се получава чрез повърхностно или обемно закаляване, посредством ток с висока честота или посредством пламък от ацетиленова горелка, цементация, нитроцементация, азотиране / в. т.ч. и йонно азотиране / или лазерно закаляване (до 64 HRC). Специалните термообработки позволяват да се получи висока твърдост (до 50...64HRC).

Най-прост начин за повишаване твърдостта на зъбите е *обемното закаляване*. На обемно закаляване се подлагат въглеродни стомани със средно въглеродно съдържание 0,35...0,5%. Недостатъците на този вид термообработка са значителната деформация на зъбите, ограничената прокаляемост на детайлите, недостатъчна якост на огъване на зъбите

поради намаляване на жилавостта на сърцевината / крехкост вследствие на обемната закалка/ на зъба. За да се получи висока твърдост на повърхностния слой / висока контактна якост/ при по-ниска твърдост на сърцевината /запазване на жилавостта и от там постигане на по-висока якост на огъване /, може да се приложи *повърхностно закаляване на зъбите* /посредством ток с висока честота-ТВЧ или газопламъчно /.Тази термообработка е ефективна при $m \geq 5\text{mm}$, защото при малки модули се получава цялостно / обемно / закаляване на зъбите. При закаляване посредством ТВЧ деформациите са значително по-малки, но трудно се получават зъбни колела по-точни от 8 – ма степен без допълнителна механична обработка, освен това за осъществяване на процеса е необходимо специално оборудване.

Цементацията - това е насищане на повърхностния слой / 0,8...1,2 mm /с въглерод и следващо закаляване.

Азотирането е насищане на повърхностния слой с азот. Осигурява висока твърдост, но дълбочината на наситения повърхностен слой е по-малка / 0,3...0,6 mm /. При йонно азотиране не се налага допълнителна механична обработка на зъбните колела.

Нитроцементацията представлява насищане на повърхностния слой / 0,3...0,8 mm /с въглерод и азот в газова среда. Процесът протича по-бързо от цементацията.

Поради високата твърдост е необходимо зъбите да се нарязват преди термообработката. Освен това възникват и други допълнителни трудности: колелата не се сработват добре, което налага повишена точност на изработване.

Пластмаси. Използват се текстолит, полиамиди /капрон, видлон / и др. поради по-ниската стойност на модула на еластичност пластмасовите колела са по-нечувствителни към точността на изработване и монтаж. Колелата от такива материали работят задружно с метални зъбни колела и се характеризират с безшумна работа при високи периферни скорости, висока износоустойчивост и ниска цена при масово производство.

Най-перспективни пластмаси за изработване на зъбни колела са капролон, полиформалдеhid и фенилон.