

Kamaxel med demonterbart lagerläge

Tekniskt område

Uppfinningen avser en kamaxel enligt figur 1 till en förbränningsmotor med en kamaxelkonstruktion som kräver att kamaxeln monteras axiellt genom kamaxelns lager (2) i motorn.

Uppfinningens bakgrund

Ett vanligt sätt att konstruera inbyggnaden av kamaxlar i förbränningsmotorer är att kamaxeln lagras i fasta kamaxellager (2), antingen i motorblocket eller i cylindertopplocket. När kamaxeln monteras förs den då in genom kamaxelns lager (2), vilka har samma innerdiameter som ytterdiametern på kamaxelns lagerläge (3). Det här är framförallt en vanlig inbyggnad på motorer som använder ventilsystem av stötstångs-typ men förekommer även i andra ventilsystem, till exempel i sidventilsmotorer.

I en konstruktion enligt ovan blir det begränsningar i hur kamaxelnockarna (4) på kamaxeln kan utformas då de sitter nära lagerläget (3). Kamaxelnockens (4) största radie kan inte tillåtas vara större än lagerlägets (3) radie, eftersom det då skulle bli omöjligt att föra kamaxeln genom kamaxellagret (2).

Genom att konstruera kamaxeln med lagerlägen (3) som lösa detaljer som monteras på kamaxeln samtidigt eller efter att kamaxeln monteras på sin plats i motorn, går det att radiellt förskjuta kamaxeln vid montering, vilket gör det möjligt att konstruera kamaxelnockar (4) med större radie än lagerlägets (3).

Det finns tidigare exempel på delbara kamaxelkonstruktioner. I DE 2706021 A1 återfinns kamaxelkonstruktioner avsedda för stora motorer där det av monterings och hanterings skäl finns anledning att kunna demontera kamaxeln i flera delar. För att kunna applicera denna typ av konstruktion på mindre motorer, med motsvarande mindre kamaxlar, krävs nya lösningar för sammanfogning av delarna. I annat fall kommer dessa detaljer att begränsa konstruktionens tidigare beskrivna fördelar kraftigt.

I US 2552724A är ytterligare en delbar kamaxelkonstruktion beskriven. I den konstruktionen begränsas dock kamaxelnockarnas radie fortfarande av kamaxelns lagerläge. Därför löser inte den konstruktionen de problem som avses i detta patent.

Vid konstruktion av en helt ny motor där målet är enkelhet till låg kostnad är en konstruktion med fasta kamaxellager (2) mycket attraktiv. Dimensionen på kamaxelns lager (2) anpassas vid konstruktion efter tilltänkt utformning av kamaxelnockarna(4). I detta fall vore sannolikt en konstruktion med demonterbart lagerläge (3) kontraproduktiv eftersom det komplicerar konstruktionen och gör den allt annat än enkel. Om större kamaxelnock(4) är önskvärd skulle konstruktören i stället göra kamaxellagret (2) större eller välja en konstruktion med lösa lageröverfall som gör att kamaxeln inte behöver monteras genom ett fast lager och därmed lösa problemet.

Denna uppfinning lämpar sig därför bäst för konstruktioner där kamaxelnockens radie behöver ökas på en redan befintlig konstruktion vanligtvis drivet av önskad förbättrad motorprestanda. En yrkesman som stöter på detta problem idag löser det genom att modifiera motorn genom att öka diametern på kamaxelns lager (2) i motorn samt öka diametern på kamaxelns lagerläge (3) i motsvarande grad. Denna lösning begränsas av tillgängligt utrymme i den befintliga konstruktionen och komplicerar andra kvaliteter hos motorn. En annan lösning är att förse kamaxellagret (2) med ett uttag där nockens (4) spets kan passera vid montering. Även denna konstruktion har negativ påverkan på motorns övriga egenskaper.

Detta är konstruktioner som endast tillåter en mycket begränsad ökning av kamaxelnocken (4), dessutom kräver de förändringar på kamaxellager och andra detaljer.

Uppfinningen skiljer sig från beskrivna konstruktioner med delade kamaxlar så till vida att den kräver sammansättning i samband med att den monteras på plats i motorn. Redan på konstruktionsstadiet måste konstruktören ta hänsyn till i vilken ordning delarna skall sättas samman för att fullt ut dra nytta av uppfinningen. Huvudsyftet med tidigare beskrivna konstruktioner har varit att dela en kamaxel i mindre delar för att göra delarna hanterbara och underlätta vid tillverkning och då kamaxeln ska monteras i motorn.

Huvudsyftet med denna uppfinning är att möjliggöra kamaxelnockor (4) med större radie än kamaxeln lagerläge (3). I syfte att uppnå detta mål på bästa sätt krävs det att konstruktionens detaljer skiljer sig åt från redan tillgängliga lösningar.

Uppfinningens syfte

Syftet med uppfinningen är att göra det möjligt att montera en kamaxel med kamaxelnockor (4) vars största radie är större än lagerlägets (3) radie, genom kamaxelns fasta lager (2) i motorn. Det här uppnås genom att kamaxeln försees med demonterbara lagerlägen (3) och/eller görs delbar och monteras ihop först när den monteras i motorn.

Detta möjliggör större kamaxelnockor (4) än vad som normalt skulle vara möjligt för en given motormodell med kamaxeln tillverkad i ett stycke.

Beskrivning av ritningar

Figur 1 visar en schematisk ritning av en del av en kamaxel (1) med två lagerlägen (3) och två kamaxelnockar (4), monterade i två fasta kamaxellager (2) samt med tryckare (5) som ligger an mot kamaxelnockarna (4)

Figur 2 Visar en kamaxelnock (4), ett lagerläge (3) på kamaxeln (1) och det geometriska sambandet som gör att kamaxelnocken (4) inte kan ha större radie än lagerläget (3) då den ska monteras genom motorns fasta kamaxellager (2).

Figur 3 Visar två kamaxelnockar (4) med olika radie på bascirkeln, men med samma lyfthöjd

Figur 4 Visar schematiskt hur stor kamaxelnock (4) som kan föras genom ett givet kamaxellager, dels då kamaxelnockens bascirkel är i centrum av lagerläget, jämfört med om det går att förskjuta kamaxelnockens bascirkel från lagerlägets centrum

Figur 5 visar en kamaxel tillverkad i ett stycke, eller sammansatt av flera delar där sammansättningen görs permanent vid tillverkningen.

Figur 6 visar en kamaxel med 3 löstagbara lagerlägen, de 2 yttre lagerlägena (3) är konstruerade som hylsor, medan det mellersta(6) är radiellt delat i två delar.

Figur 7 visar en kamaxel med 3 löstagbara lagerlägen, alla 3 konstruerade som hylsor. Kamaxeln är delad på mitten i syfte att möjliggöra montering.

Figur 8 a-e visar monteringsförfarandet för en kamaxel bestående av 2 löstagbara lagerlägen (3) och 2 kamaxelnockar (4)

Figur 9 a-c visar ett alternativt sätt att montera en delad kamaxel med 2 lagerlägen (3).

Figur 10 a-e visar en montering av en kamaxel med radiellt delbart lagerläge (6). Vyn till vänster visar kamaxeln axiellt och den till höger från sidan.

Figur 11 a-c visar ett alternativt sätt att montera ett radiellt delbart lagerläge (6).

Samma sifferbeteckning motsvarar samma detalj oavsett ritning.

Beskrivning av uppfinningen

Figur 1 visar en kamaxel i sin enklaste form med två lagerlägen (3) och motsvarande kamaxellager (2) i motorn. Kamaxeln består också av två kamaxelnockar (4). Kamaxeln är tillverkad i ett stycke och vid montering i motorn förs den genom sina egna kamaxellager (2), vilka har samma innerdiameter som ytterdiametern D_1 på kamaxelns lagerläge (3).

Figur 2 visar på begränsningar i hur kamaxelnockarna (4) kan utformas när de sitter nära lagerläget (3), kamaxelnockens största radie från centrum till dess spets kan då inte vara större än lagerlägets (3) radie, då det i så fall blir omöjligt att föra kamaxeln (1) genom kamaxellagret (2) i motorn.

En kamaxelnock kan beskrivas enligt nomenklaturen i figur 3, med en bascirkel med radien R_1 , en nock med höjden H . Radien på toppen av nocken som i de flesta fall är den minsta radien benämns R_2 . Den axiella centrumlinjen genom nockens bascirkel sammanfaller med axiella centrumlinjen genom kamaxelns lagerläge (3).

För att kamaxeln ska vara monterbar genom ett lager med innerdiameter D_1 krävs därför att följande kriterium är uppfyllt

$$2 \times R_1 + 2 \times H \leq D_1 \quad \text{..... (1)}$$

Vid nykonstruktion av en motor är det av utrymmes och viktskäl önskvärt att hålla D_1 så liten som möjligt. Det medför begränsningar i konstruktionen av kamaxelnocken (4). Om H ökas inom en given D_1 måste R_1 minskas motsvarande för att uppfylla kriteriet i formel 1.

Om minskningen av bascirkeln är stor måste även diametern D_2 på kamaxeln mellan kamaxelnockar och lagerläge minskas, eftersom bascirkeln på kamaxelnocken bör vara större än den omgivande diameter, det ger följande samband

$$D_2 \leq 2 \times R_2 \quad \text{..... (2)}$$

En smalare kamaxel gör att dess styvhet försämras, vilket är negativt för den dynamiska funktionen av ventilsystemet.

En minskad bascirkel gör också att geometrin i kamaxelnocken blir sämre, vilket beskrivs i figur 3. Där finns två kamaxelnockar som har samma H vilket medför att de ger samma ventillyft, trots att (b) har betydligt större bascirkel än (a). I jämförelsen mellan de här loberna blir det stor skillnad på toppradien R_2 ,

Om radien R_1 ökas blir även R_2 motsvarande större, vilket ger större kontaktyta mellan kamaxelnock och dess följare (5), vilket resulterar i lägre yttryck och bättre hållfasthet.

När en befintlig konstruktion ska ändras vilket ofta innebär att H ökas för att få högre lyfthöjd på ventilen, begränsar D_1 hur kamaxelnocken kan utformas. En lösning är att öka D_1 , men det kräver att

även kamaxellagringen (2) görs motsvarande större, vilket oftast är komplicerat och ibland även omöjligt.

I en nykonstruktion av en motor är det dock möjligt, men då kvarstår nackdelar med att vikten ökar och att det kräver mer utrymme då kamaxeln görs med större lagerlägen (3).

Uppfinningen avser att kamaxelns lagerlägen (3) görs demonterbara och monteras samtidigt eller efter att kamaxeln har förts in till sin position i motorn. Fördelen blir att då kamaxeln förs genom kamaxelns lager (2) sitter inte lagerlägena (3) på plats och axeln kan då förskjutas radiellt. Figur 4a visar det traditionella sättet då centrumlinjen i bascirkeln måste ligga i centrumlinjen för kamaxelns lagerläge (3). Figur 4b visar hur mycket större kamaxelnocken kan göras om bascirkelns centrumlinje kan förskjutas och hela D_1 kan utnyttjas. Det gör att förhållandet beskrivet i formel 1 blir förbättrat enligt:

$$2 \times R_1 + H \leq D_1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Jämfört med förhållande (1) finns ett utrymme motsvarande H , det kan utnyttjas till att öka H och/eller R_1 , med de fördelar det medför som tidigare beskrivits.

För att kunna utnyttja fördelarna med en delbar konstruktion fullt ut, blir det viktigt att sammanfogningen av detaljerna görs på ett sätt så att inte sammanfogningsdetaljerna tar plats på utsidan av kamaxeln, eftersom de då skulle begränsa hur mycket kamaxeln kan sidoförskjutas vid monteringen.

Den föreslagna lösningen är att utnyttja ett enkelt förband som sitter i kamaxelns axiella centrum. Eftersom detta förband eliminerar detaljer på kamaxelns utsida, maximeras hur mycket kamaxeln kan sidoförskjutas då den förs genom kamaxellagret (2), därmed maximeras också den möjliga radien på kamaxelnocken (4) i förhållande till kamaxellagrets (2) diameter.

Med denna lösning är det möjligt att förbandet blir den största eller längsta av kamaxelns enskilda komponenter. Något som inte hade varit önskvärt om huvudsyftet med konstruktionen hade varit att få axeln i mindre mer hanterbara delar. Men det har mindre betydelse i de applikationer som uppfinningen syftar till, nämligen där inte kamaxelns storlek är problemet, utan det är begränsningen i kamaxelnockens utformning som är problemet.

Om enbart ett centralt förband används, krävs i syfte att säkerställa rätt vinkelposition att delarna fixeras mot varandra. Detta görs lämpligen med krysskilar, splines, eller någon form av sprint.

Det centralt placerade förbandet gör också konstruktionen enkel, med så få ingående detaljer som möjligt.

I figur 8a visas ett exempel på hur en kamaxel i ett stycke monteras in i motorn, figur 8b visar att det inte är möjligt att föra in kamaxeln om kamaxelns nockar (4) har större radie än radien på lagerlägena (3), eftersom kamaxelnockarna (4) då går emot kamaxellagret (2).

Om kamaxeln lagerlägen (3) görs demonterbara blir det möjligt att radiellt förskjuta kamaxeln när den förs genom kamaxellagret (2), vilket visas i Figur 8 c-e. Det gör det möjligt att montera en kamaxel där radien på kamaxelnockarna (4) är större än radien på kamaxeln lagerlägen (3). Kamaxelns lagerlägen (3) monteras sedan ihop med kamaxeln när den är på plats i motorn, i detta fall från respektive ända av kamaxeln som visas i figur 8e. Det högra lagerläget (3) monteras på kamaxel med en bult (7) centralt i lagerläget (3), medan det vänstra lagerläget, vilket i detta fall också fungerar som drivande fläns av kamaxeln fixeras i sin vinkelposition med en krysskil, men det kunde även ha gjorts med splines, stift eller något annat liknande fästelement.

I vissa motorkonstruktioner är en sida runt kamaxeln öppen, om kamaxeln då har demonterbara lagerlägen blir det möjligt att montera in kamaxeln genom den öppna sidan istället för att föra den genom kamaxeln lager (2), vilket visas i figur 9 a-c. Ena sidan av kamaxeln förs då först in vinklad i ett kamaxellager enligt figur 9 a-b, sedan positioneras den i sin rätta position i dess andra kamaxellager. Kamaxelns lagerlägen (3) kan nu monteras på liknande sätt som tidigare beskrevs i figur 8e.

Den här monteringsmetoden kan behöva användas till exempel när kamaxelnsnockar (4) sitter nära varandra och i skilda vinkelpositioner på kamaxeln, de kan då medföra ett liknande problem som mellan lagerlägen (3) och kamaxelnockar (4) och begränsa möjligheten att radiellt förskjuta kamaxeln om den skulle föras genom kamaxeln lager (2)

I den här typen av konstruktioner kan förbanden mellan komponenterna behöva konstrueras med koniska hål och axeländar eftersom komponenterna då inte behöver vara i exakt rak vinkel till varandra när de monteras ihop utan först när den monteras i sin slutliga position. Det är ibland nödvändigt att föra ihop komponenterna med varandra lätt vinklade i början av monteringen.

Konstruktionerna som beskrivits hittills har enbart haft två lagerlägen (3) och två kamaxelnockar (4), i sin simplaste form kan en kamaxel bestå av enbart två lagerlägen (3) samt en kamaxelnock (4). Om lagerlägena (3) då är placerade tillräckligt nära varandra kan samma problem uppstå även i en sådan konstruktion.

Vanligare är dock att kamaxeln består av mer än 2 lagerlägen (3) och mer än två kamaxelnockar (4). I de fallen kan andra kombinationer av de beskrivna konstruktionerna behöva användas, samt kamaxeln kan behöva delas i fler komponenter för att göra det möjligt att montera ihop kamaxeln efter att den förts in i motorn.

Följande exempel relaterar till en kamaxel med 3 lagerlägen, men principerna som används relaterar till alla kamaxlar med 2 eller fler lagerlägen.

Figur 5 visar en vanlig kamaxel av dagens konstruktion i ett stycke, vilket är den konstruktionen som ska bli ersatt.

Figur 7 visar en konstruktion där det mellersta lagerläget (3) är konstruerat som en hylsa och kamaxeln är delad i två komponenter. Komponenterna fixeras ihop med varandra i hylsan samtidigt som kamaxeln monteras in i motorn. I den här konstruktionen kan det sista lagerläget, till höger i figuren, konstrueras i ett stycke ihop med kamaxelkomponenten eftersom det blir möjligt att

montera kamaxeln i motorn trots att höger lagerläget inte är demonterbart. Alla komponenter i den här konstruktionen fixeras ihop med en lång bult som förband, då ena axeln är hålbordad och den andra är konstruerad med ett gängat hål.

Om kamaxeln i figur 7 skulle ha fler än 3 lagerlägen (3) så behöver den delas vid varje lagerläge (3). En kamaxel med fem lagerlägen (3) får då 4 stycken axeldelar.

En konstruktion enligt figur 6 visar att det inte alltid är nödvändigt att kamaxeln delas även om kamaxeln har 3 eller fler lagerlägen(3). I vissa fall kan det istället vara lämpligt att kamaxelns mellersta lagerläge (6) görs demonterbart. Det är enbart möjligt om det demonterbara lagerläget (6) delas radiellt i två eller flera delar, då de annars aldrig skulle gå att föra över kamaxelnockarna. Den här tekniken blir lämplig framförallt på de mellersta lagerlägena (6) på kamaxlar med 3 eller fler lagerlägen.

De delade lagerläges komponenterna (6) kan fixeras ihop med kamaxeln med bultar, nitar eller någon form av klämförband. De yttre lagerlägena (3) är konstruerade som hylsor och inte delade radiellt. Det är möjligt eftersom de inte behöver föras över någon kamaxelnock när de monteras, de kan fixeras mot kamaxeln med t.ex. krysskil eller splines.

Monteringen av det delade lagerläget (6) på en kamaxel konstruerad enligt figur 6 kan göras som beskrivs i figur 10 a-e. Den ena halvan av lagerläget (6) skjuts axiellt in i sin position enligt figur 10b, det är möjligt på motsatta sidan mot kamaxelnocken (4). När den är på plats kan den delade lagerläges komponenten (6) vridas 180 graders så att den positioneras bredvid kamaxelnocken (6) enligt figur 10d. Det blir då möjligt att skjuta in den andra delen av det delade lagerläget (6) på samma sätt som den första. När de är på plats kan de delade lagerläges komponenterna (6) fixeras mot kamaxeln eller mot kamaxelns lager (2).

Beroende på hur de delade lagerläges komponenterna (6) är fixerade blir lagerytan antingen på utsidan eller insidan av det delade lagerläget (6). En annan lösning vore att inte fixera det delade lagerläget (6) mot vinkelrörelse, då kan både utsidan och insidan blir lageryta

I vissa fall kan det vara möjligt att montera alla komponenter av det delade lagerläget (6) samtidigt, som beskrivs i figur 11 a-c. En situation där det är möjligt är när kamaxelnocken (4) är positionerad så långt bort från lagerläget (6) att det är möjligt att föra ner komponenterna mellan kamaxelnocken (4) och kamaxel lagret (2). I det fallet är det dock ingen mening att göra lagerläget (3) demonterbart, eftersom det inte är i vägen när kamaxeln förs genom kamaxellagerna (2).

Ett annat fall är när det är möjligt att positionera de radiellt delade lagerläges komponenterna (6) på sin plats innan kamaxeln är i sin slutliga position, det finns då extra utrymme för lagerläget (6) mellan kamaxelnocken (4) och kamaxeln lager (2). När de är på plats kan kamaxeln skjutas in i sin slutliga position enligt figur 11c där kamaxelnocken (4) är närmare kamaxeln lager (2)