



O adevărată revoluție tehnologică.

Aflați ce se ascunde în spatele revoluționarului motor SUBARU BOXER DIESEL.

01. BOXER DIESEL este un tip de motor exclusiv Subaru.

Activitatea inițială de dezvoltare a primului tip de motor din lume BOXER DIESEL pentru autovehicule de pasageri a început în 1999 cu o echipă de numai patru ingineri. Până atunci, performanțele motorului diesel fuseseră îmbunătățite considerabil, datorită progresului tehnologic în materie de control al combustiei, iar motorul diesel dovedise că este un grup motor promițător, cu și mai puține emisii de dioxid de carbon. Producătorii mondiali de autoturisme se aflau într-o competiție tot mai acerbă pentru dezvoltarea motoarelor diesel de mare performanță. Când Subaru și-a început proiectul de dezvoltare pentru motorul BOXER DIESEL, am realizat destul de repede că ne aflăm într-un domeniu fără precedent și neexplorat al dezvoltării motorului diesel și ne asumăm o provocare tehnologică pentru care nu existau etaloane.

Dimensiunile alezajului și cursei sunt diferite la un motor diesel în comparație cu cele ale unui motor pe benzină. Diferența dintre cele două își are originea în concepția diferită a celor două mecanisme de combustie: camera de combustie la motorul diesel este de obicei mai compactă pentru a facilita aprinderea prin compresie, injectând combustibilul direct în camera de combustie.

Pistonul este construit cu un diametru mai mare pentru a crește capacitatea cilindrică a motorului pe benzină. La motorul diesel, mărirea alezajului are ca rezultat o cameră de combustie mai mare, care nu permite o combustie eficientă. Pentru rezolvarea acestei probleme, la un motor convențional diesel în linie diametrul alezajului este redus și cursa este mai lungă și cursa mai lungă pentru a crește capacitatea cilindrică, însă, în configurația motorului BOXER DIESEL echipat cu cilindri orizontal opuși, o cursă mai lungă ar necesita un motor mai lat, făcându-l imposibil de montat sub capotă.

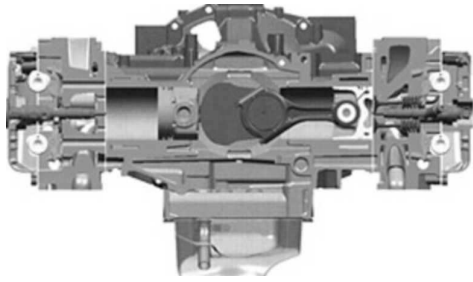
În consecință, la începutul proiectului nostru, când Subaru a discutat dezvoltarea BOXER DIESEL cu constructorii de automobile asociați sau cu un institut de cercetare specializat în motoare diesel, s-a ajuns la concluzia că această configurație boxer nu este potrivită ca structură pentru motoarele diesel. Ulterior, Subaru a analizat și posibilitatea de a dezvolta un nou motor diesel în linie sau de a achiziționa un motor diesel de la un alt producător. În lumina acestei situații, inginerii de la Subaru au reflectat asupra filosofiei noastre fundamentale de dezvoltare a identității mărcii Subaru. Ceea ce deosebește Subaru de ceilalți este motorul BOXER în combinație cu tehnologia AWD, care oferă performanțe de condus extraordinare, combinate cu caracteristici de siguranță și de protecție a mediului. Inginerii au fost convinși că această identitate unică a mărcii trebuie încorporată în noul motor diesel.

Satoshi Maeda, manager general al Departamentului de proiectare motoare care a condus echipa de dezvoltare, își amintește acea decizie. "Nu ar fi avut sens să creăm doar un motor diesel de 2 litri nou fără să luăm în considerare identitatea mărcii Subaru. Motoarele diesel erau deja considerate mai economice și durabile decât cele pe benzină și exista o nevoie puternică de a dezvolta motoarele diesel. Dar eram convinși că un motor diesel inovator având identitatea mărcii noastre va genera o cerere mare și că SUBARU BOXER DIESEL se va remarca față de motoarele diesel fabricate de Mercedes sau Audi. Eram siguri că motoarele noastre trebuie să aibă configurația boxer."



Urmând această linie, am analizat în detaliu avantajele motorului boxer. Motoarele diesel oferă în general un cuplu mai mare, dar produc mai mult zgomot și mai multe vibrații decât cele pe benzină, deoarece presiunea de combustie creată în interiorul motorului diesel este de două ori mai ridicată decât cea din motoarele pe benzină. Aproape toate motoarele diesel în linie sunt echipate cu arbori de echilibrare pentru a reduce zgomotul și vibrațiile. În plus, motoarele diesel sunt în general mai mari și mai grele decât cele pe benzină, deoarece trebuie să reziste la o presiune de combustie mare. Plasarea unui motor mai greu într-un autovehicul afectează distribuția greutății mașinii în mișcare și poate avea afecta agilitatea acesteia. Motorul BOXER, însă, anulează forțele de inerție care cauzează vibrațiile și zgomotul, datorită pistoanelor orizontale opuse. Motorul BOXER cu un design simplu și compact nu necesită arbori de echilibrare. Configurația motorului BOXER este de asemenea rigidă din punct de vedere structural. Spre deosebire de motoarele în linie, motorul BOXER DIESEL prezintă vibrații scăzute, un centru de greutate coborât și un grad de rigiditate ridicat. Avantajele motorului BOXER DIESEL au devenit evidente pentru ingineri, ceea ce i-a încurajat să-și continue eforturile.

Primul prototip BOXER DIESEL a fost finalizat în 2004. În luna noiembrie a aceluiași an, a fost plasat pe banda de verificare și pornit un model de testare. Inginerii au constatat un regim stabil la mersul în gol, vibrații scăzute și o creștere de putere semnificativă. Au fost convinși de succesul motorului lor BOXER DIESEL.



O adevărată revoluție tehnologică.

Aflați ce se ascunde în spatele revoluționarului motor SUBARU BOXER DIESEL.

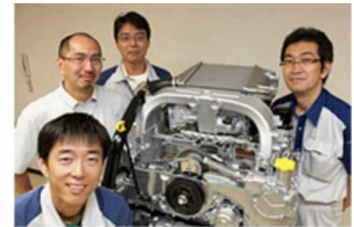
02. Motor diesel compact cu o cursă mărită.

Primul obstacol în dezvoltarea BOXER DIESEL a fost reducerea diametrului alezajului alezajului și mărirea cursei. Motoarele pe benzină orizontale opuse au o cursă mai scurtă și alezaje mai mari pe măsură ce capacitatea cilindrică a motorului crește. Dar în comparație cu BOXER DIESEL, camera de combustie trebuie construită compact pentru a optimiza combustia. Pentru a crește capacitatea cilindrică, dimensiunea alezajului trebuie să fie mică și cursa mai lungă, dar o cursă mai lungă are ca rezultat o creștere a lățimii motorului, ceea ce exclude montarea cu ușurință în compartimentul motor.

Primul model de testare BOXER DIESEL a fost un motor cu capacitate cilindrică de 1,3 litri, care apoi a fost mărită la 1,7 litri după numeroase îmbunătățiri, printre care plasarea injectorului în chiulasă sub un anumit unghi. Provocarea a fost dezvoltarea unui model de 2 litri, deoarece Subaru dorea să pătrundă pe piața europeană a popularelor motoare diesel de 2 litri. De fapt, 80% din autovehiculele diesel sunt modele de 2 litri.

Un important progres tehnologic a fost înregistrat în urma reanalizării procesului de fabricație a motorului boxer pe benzină. În mod normal, pistonul este introdus în blocul motor printr-un orificiu de service și este conectat în interiorul blocului. Însă pentru asamblarea motorului BOXER DIESEL, pistonul și tija la care se conectează sunt introduse în motor împreună și apoi este așezat capacul. Acest mod de asamblare elimină cu totul orificiul de service. Proiectarea unei tije mai scurte de conectare introdusă sub un anumit unghi se folosește și la motorul E2 cu 6 cilindri de 3,6 litri de pe modelul Tribeca, permițând o cursă optimă în lățimea limitată a motorului.

Pentru a cuprinde lățimea motorului BOXER DIESEL într-un spațiu limitat, chiulasa a fost proiectată cu 17 mm mai subțire decât cea pentru motorul boxer pe benzină, asigurând în același timp rigiditatea camerei de combustie. Orificiile de admisie și de evacuare sunt amplasate aproape orizontal, dar au fost proiectate astfel încât să creeze efectiv un vârtej în interiorul lor. Injectorul este poziționat la aproximativ 90 de grade față de cilindru, iar pentru a putea fi cuprins perfect în chiulasă este cu circa 40 până la 50 mm mai scurt decât cel utilizat la motoarele diesel de 2 litri în linie obișnuite. Prin optimizarea formei camerei de combustie și a rigidității pistonului, la motorul BOXER DIESEL s-au obținut dimensiuni pentru alezaj și cursă de 86mm x86mm.



Motorul BOXER DIESEL este revoluționar prin inversarea conceptului obișnuit de motor diesel mare și greu. BOXER DIESEL a renunțat la ranforsările proiectate pentru a rezista presiunii de combustie foarte ridicate, nefiind necesari arbori de echilibrare pentru reducerea vibrațiilor. Maeda a declarat: "Încă de la început, obiectivul nostru a fost să profităm de configurația motorului boxer și să construim un BOXER DIESEL compact și ușor. La o mașină cu motor greu, autovehiculul devine greu în partea frontală și îi este afectată manevrabilitatea. Una dintre provocările noastre în dezvoltare a fost să construim un motor BOXER DIESEL mai compact chiar decât motorul boxer pe benzină."

Motorul BOXER DIESEL are aproape aceeași lățime ca un motor boxer pe benzină echivalent, în ciuda cursei cu 19 mm mai lungă decât a unui motor boxer pe benzină. Motorul este mai scurt cu 61,3 mm. Gradul său de compactizare este revoluționar. Acest lucru poate fi ușor observat la compartimentul motor al modelului Legacy.



O adevărată revoluție tehnologică.

Aflați ce se ascunde în spatele revoluționarului motor SUBARU BOXER DIESEL.

03. Am urmărit obținerea unei rigidități crescute și a unui nivel scăzut de vibrații.

Motorul BOXER are o structură în care blocul motor este conectat de pe fiecare parte în centrul motorului, ceea ce este în esență o caracteristică de rigiditate și vibrații mai scăzute. Pentru dezvoltarea unui BOXER DIESEL, inginerii de la Subaru au implementat ingenios noi tehnologii pentru a evidenția aceste beneficii intrinsece ale motorului BOXER.

Pentru ca performanțele de conducere, siguranța și contribuția la protecția mediului care sunt unice la Subaru să fie și mai bine puse în evidență, motorul trebuie să fie ușor și compact. Așadar inginerii noștri au decis să folosească aluminiu pentru construirea motorului BOXER DIESEL. Totuși, presiunea de combustie la un motor diesel ajunge să fie de două ori mai mare decât cea la motorul pe benzină. Pentru a contracara această problemă, a fost adoptată o structură hibridă de aluminiu și fier.

Aceste metode sunt utilizate și în construcțiile de motoare în linie, dar fontele sunt frecvent utilizate la rulmenții de capăt unde se aplică presiune ridicată. La BOXER DIESEL, din cauza presiunii ridicate aplicată pe ambele părți ale blocului motor, toți cuzineții arborelui cotit sunt de asemenea confecționați în combinație cu fontă. Nu este ușor să se mențină rigiditatea atunci când se combină două materiale foarte diferite: și anume, fontă și aluminiu. Chiar și atunci când simularea pe computer indică un echilibru perfect între componentele din aluminiu și cele din oțel, modelele reale de testare generează uneori rezultate inconsistente.

Tatsumi Obayashi, director al Departamentului nr. 2 de proiectare a grupului motor își amintește: 'Am verificat rezultatele simulării pe computer, pe care apoi le-am și confirmat, testând motor după motor pentru identificarea și depanarea oricăror defecțiuni, ceea ce a fost un mod simplu de verificare. Noi folosim uneori toate standurile de testare din secțiile de testare pentru a menține în funcțiune trei sau patru motoare simultan timp de 500 sau 1 000 de ore. La momentul acela, cel mai mult aveam nevoie de timp.'

Motorul BOXER DIESEL utilizează pentru blocul motor o carcasă semi-închisă pentru a mări rigiditatea în zona garniturilor de chiulasă, urmând precedentului utilizat la motorul pe benzină Subaru EJ20 cu turbocompresor.

Pentru a realiza un motor BOXER DIESEL rigid și fiabil, procesele de fabricație au fost îmbunătățite constant. Pe linia de asamblare din fabrica de la Oizumi, calitatea este atent monitorizată. De exemplu, pierderile de ulei sunt verificate prin injectarea unui lichid fluorescent în motor și aplicarea presiunii în conducta de combustibil. În plus, nu numai că strângerea șuruburilor a fost efectuată prin controlul momentului de strângere, dar au fost aplicate și alte metode: strângerea șuruburilor la un anumit unghi pentru a asigura precizia procesului de înșurubare.



La motorul BOXER DIESEL este utilizat sistemul common rail pentru injecția combustibilului. Motoarele diesel au în general o presiune de injecție foarte mare, în jur de 1 800 minibari, care este de 600 de ori mai mare decât la motoarele pe benzină. Nivelul presiunii este echivalent cu cel exercitat asupra unui vârf de deget ce susține un elefant de 5 tone. De aceea, nici cea mai mică creștătură, adâncitură sau impuritate nu sunt permise în cameră în niciun moment al asamblării. Pe linia de asamblare a motorului BOXER DIESEL, cea mai mare atenție este acordată sistemului de injecție combustibil.

Motorul BOXER DIESEL este echipat cu un bloc motor chiar mai compact decât cel al unui motor echivalent BOXER pe benzină, grație testelor și analizelor riguroase, precum și numeroaselor îmbunătățiri de design efectuate de inginerii de la Subaru. Pentru a consolida rigiditatea, o soluție simplă ar fi fost fabricarea unor pereți groși. Însă inginerii nu au acceptat niciun compromis și au rămas devotați scopului lor de a fabrica un motor ușor, care să permită obținerea unei performanțe ideale la conducerea unui autovehicul diesel Subaru.

Dezvoltarea unui motor BOXER DIESEL rigid și puternic a accentuat și mai mult unele caracteristici ale motorului BOXER, precum rotația continuă și vibrația scăzută. Prin minimizarea momentului de inerție și reducerea frecării interne, motorul BOXER DIESEL a dobândit o accelerație lină și o economie substanțială de combustibil.



O adevărată revoluție tehnologică.

Aflați ce se ascunde în spatele revoluționarului motor SUBARU BOXER DIESEL.

04. Armonizarea plăcerii de a conduce și a preocupării față de mediul înconjurător.

Motorul BOXER DIESEL este echipat cu un turbocompresor. Inginerii au fost convingși că aceasta este o combinație câștigătoare pentru creșterea satisfacției la volan. Un motor diesel, deoarece beneficiază de un control mai precis al combustiei, este mai puțin sensibil la șocuri și detonații în comparație cu un motor pe benzină. Acest factor face ca sistemul turbo să corespundă motorului BOXER DIESEL, dacă turbocompresorului îi sunt aplicate caracteristici și reglări optime.

În timpul testelor inițiale ale motorului BOXER DIESEL cu turbocompresor a apărut o problemă evidentă: lipsa cuplului la turații mici. Toshio Masuda, Director General, Divizia de planificare produse & portofoliu Subaru, a sintetizat: "Nu am reușit să arătăm tot ce are mai bun motorul BOXER DIESEL. Poate pentru că pe atunci nu aveam o experiență bogată în materie de motoare diesel și nu am sesizat însăși esența performanțelor motorului diesel, care în mare este caracterizat prin generarea unui cuplu puternic. Chiar și așa, am realizat că motorul BOXER DIESEL trebuie să genereze cupluri puternice la turații mici ale motorului de 1 000 rpm și trebuie să susțină puterea de accelerare când conducem încet sau trecem într-o treaptă inferioară de viteză, astfel încât să putem conduce în orice condiții. Odată ce am înțeles aceste lucruri, activitatea noastră de dezvoltare s-a accelerat."

Ulterior, inginerii de la Subaru au dus motorul BOXER DIESEL în Spania pentru teste de durabilitate pe șosea. Până la momentul respectiv, motorul fusese mult îmbunătățit și astfel s-a putut auzi zgomotul unic de turare al motorului BOXER DIESEL, lucru ce nu ar fi fost posibil la motorul diesel în linie. În timp ce motorul se "lupta" încă pe drumurile de munte, au devenit vizibile și alte avantaje - motorul BOXER DIESEL a dovedit performanțe de putere excelente la gamele de turații mari, între 2500 rpm și 4000 rpm, pe care niciun alt motor diesel convențional nu le demonstrase. Imediat ce performanțele lui uluitoare de condus la game de turații mari au fost recunoscute de șoferi și problema funcționării la turații mici a fost rezolvată, inginerii s-au entuziasmat la gândul că noul lor motor diesel va surclasa curând motoarele diesel convenționale.

Pentru a remedia lipsa cuplului la turații mici, au fost efectuate modificări în construcția orificiilor și canalelor de admisie și evacuare și la specificațiile pentru sincronizarea supapelor și injectoarelor. În același timp a fost revăzută și reglarea sistemului turbo. Turbocompresorul în sine este important, dar reglarea optimă în funcție de motor este mult mai importantă. "Subaru are o istorie lungă în dezvoltarea unui turbocompresor de mare putere pentru campionatele mondiale de raliuri, care reprezintă una dintre tehnologiile esențiale de la Subaru. Așadar, ne-am concentrat mai ales pe aplicarea acestei tehnologii care să corespundă noului motor BOXER DIESEL," și-a amintit Masuda. A accentuat ideea că motorul BOXER DIESEL are la bază experiența dobândită în domeniul motoarelor boxer cu turbocompresor, pe benzină. Subaru împreună cu furnizorii săi au efectuat revizii după revizii la specificațiile pentru compresor, capacitatea turbo și lamele turbinei, până când au găsit cea mai bună variantă care să corespundă aceluia motor.



În cele din urmă, sistemul turbo de pe modelul Legacy utilizează o geometrie variabilă. Când lamele distribuitoare sunt închise, fluxul se îngustează și devine mai rapid, crescând cuplul pentru gama de turații sub 1 800 rpm. Pe de altă parte, la viteze mari și turații mari ale motorului, lamele se deschid pentru a reduce rezistența de curgere, ceea ce contribuie de asemenea la reducerea consumului de combustibil și, în consecință, la economia de combustibil. În timp ce la turații mici produce un cuplu mare, motorul Turbo BOXER DIESEL manifestă o accelerație lină la viteze mari - inginerii au înregistrat un alt progres tehnologic!

Turbocompresorul este montat sub partea frontală a motorului, o poziție mai apropiată de orificiul de evacuare. Această dispunere nu numai că are un rol în curățarea emisiilor, dar și asigură poziționarea optimă a centrului de greutate al grupului propulsor. Pentru finalizarea configurației, au fost efectuate mai multe teste care să certifice că filtrul de particule diesel (DPF) a fost instalat corect și că proprietățile la turații mici și mari s-au păstrat.

Luând în considerare toate aspectele referitoare la mediu, inginerii au efectuat modificări dinamice la motorul Turbo BOXER DIESEL, care să diferențeze modelul de la Subaru de alte motoare diesel.



O adevărată revoluție tehnologică.

Aflați ce se ascunde în spatele revoluționarului motor SUBARU BOXER DIESEL.

05. Calitatea integrată Subaru.

Legacy a devenit primul model cu motor BOXER DIESEL. A fost ales Legacy, deoarece acesta era considerat modelul cu cele mai mari șanse de a fi apreciat de șoferii europeni, datorită faptului că este robust, silențios și performant, caracteristici completate perfect de motorul BOXER DIESEL. Legacy a fost recunoscut în Europa ca fiind o mașină bine construită și de calitate.

Autovehiculele de testare Legacy au fost trimise în Europa pentru evaluare, fiind supuse unor probe severe, la temperaturi și altitudini înalte în zona Granada, din Spania, dar și unor evaluări pentru condusul pe vreme rece în Scandinavia și regiuni din vecinătatea Polului Nord. Fiecare dintre cele 10 autovehicule Legacy au efectuat 100 000 km - în total peste un milion de kilometri în diverse condiții.

Ceea ce inginerii au apreciat cel mai mult pe întreaga perioadă a riguroaselor testări a fost superioritatea intrinsecă a configurației boxer. Kenji Harima, Directorul Departamentului de proiectare motoare remarcă: "De avantajele cum ar fi silențiozitatea motorului BOXER DIESEL profită și modelul Legacy. Autovehiculul nu a avut nevoie de o remodelare majoră pentru a face loc motorului diesel. Ceilalți fabricanți folosesc aceeași platformă atât pentru motoarele pe benzină, cât și pentru cele pe motorină, dar de multe ori trebuie să modifice modelul pe benzină prin mărirea suporturilor de cauciuc ale motorului și a altor elemente de izolare sau prin învelirea întregului motor cu izolatori pentru a reduce zgomotul. Motorul BOXER DIESEL a făcut ca modelul Legacy pe benzină să poată fi ușor transformat într-un model pe motorină."

Deși a fost folosită o podea mai groasă și au fost adăugați izolatori la compartimentul motor, modificările la modelul Legacy diesel nu au fost mari datorită nivelului scăzut de zgomot și vibrații, propriu motorului BOXER DIESEL. În gama de turații între 1 000 rpm și 3 000 rpm, nivelul scăzut de zgomot poate fi atribuit în primul rând structurii rigide a grupului motopropulsor al configurației Subaru AWD. Între 1 000 și 4 000 rpm, configurația motorului BOXER este factorul principal care contribuie la obținerea unui nivel scăzut de zgomot. La turații mari, între 3 000 și 4 000 rpm, arborele cotit rigid din interiorul motorului BOXER DIESEL are un rol cheie în reducerea nivelului de zgomot. În comparație cu motoarele diesel cu 4 cilindri în linie, motorul BOXER DIESEL permite funcționarea silențioasă la toate gamele de turații ale motorului.

În ceea ce privește caracteristicile motorului BOXER DIESEL, Maeda adaugă: "Fără arbori de echilibrare, motorul BOXER DIESEL oferă șoferului posibilitatea să simtă clar turațiile motorului. Când apasă accelerația, șoferul simte un răspuns rapid al motorului pe care niciun alt motor diesel nu-l poate oferi. De exemplu, motorul răspunde superb la accelerarea de la 80 km/h la 120 km/h pe autostradă."



Proiectat pentru a fi compact, motorul BOXER DIESEL excelează de asemenea în stabilitate și manevrare suplă. În curbe, Legacy echipat cu motor BOXER DIESEL este mai eficace la accelerație centripetă opusă decât modelul Legacy de 2l pe benzină neaspirat, ceea ce previne răsturnarea.

În timpul unui test drive realizat recent în Malaga, Spania, pentru modelul Legacy cu motor BOXER DIESEL, jurnaliștii au avut multe aprecieri pozitive: motorul BOXER DIESEL oferă o percepție extrem de sportivă, ca și când ai conduce un model pe benzină; este un motor diesel revoluționar; se poate identifica producătorul acestui autoturism "Subaru" imediat ce ai condus, iar motorul BOXER DIESEL este cu adevărat original.

Mai există încă o caracteristică a motorului BOXER DIESEL care adaugă stil acestui nou motor. Când un motor diesel este oprit în mod neintenționat din cauza randamentului înalt al cuplului, chiar și la turații mici, pasagerii din mașină simt un șoc neplăcut. Prin controlarea injecției de combustibil, motorul BOXER DIESEL previne acest șoc serios atunci când motorul ajunge la limită și are loc o oprire lină. Această adaptare suplimentară indică faptul că Subaru s-a dedicat calității, acordând o atenție deosebită detaliilor.