

A BMW i8 gyártási folyamata

Tartalom



1. A BMW i gyártási koncepciója.....
2. Life-modul: a szénszál-erősítésű műanyag termelésének integrációja a gyártási folyamatba
3. Könnyű és erős: a hőre lágyuló burkolat.....
4. Drive-modul: könnyűszerkezetes építésmód, elektromos motor és nagyfeszültségű akkumulátor
5. Párhuzamos folyamatok: összeszerelés

1. A BMW i gyártási koncepciója



A BMW i modelljeinek gyártási folyamatát az innovatív termelési technológiák, valamint az új anyagok használata jellemzi. Az értéklánc élén áll a termelési folyamatok összekapcsolása a fenntarthatósági követelményekkel. Ez a megközelítés hozzájárul a plug-in hibrid sportkocsi, a BMW i8 életciklus-elemzésének kedvező alakulásához, a nyersanyag-termeléstől az energiatakarékos használaton át, az utolsó lépésként következő újrahasznosításig. A BMW i8 fejlesztésének és gyártásának területén egyaránt előtérbe kerül a BMW Csoport kiemelkedő technológiai szakértelme.

A BMW Csoport autóiparban betöltött vezető szerepét bizonyítja többek között a szénszál-erősítésű műanyagokból (CFK) készülő alkatrészek ipari szintű termelése. A hibrid sportkocsi belső égésű, illetve elektromos motorjának fejlesztését és gyártását is teljes egészében a BMW Csoport végzi.

A BMW i8 innovatív architektúrája két részből áll: a Life-modulnak nevezett szénszál-erősítésű utascellából és az alumíniumból készülő Drive-modulból, ami magában foglalja a hajtásláncot és a futómű-komponenseket. A LifeDrive koncepció és a CFK használata lehetővé teszi, hogy a gyártási idő a felére csökkenjen a hagyományos módszerekhez képest. Ez a folyamat kevesebb beruházást igényel az olyan magas költségekkel járó területeken, mint a présüzem és a festőüzem, továbbá a Life és a Drive-modulok egymás mellett gyárthatók.

A BMW i termelési hálózatához tartozik a Washington államban található Moses Lake, ahol a szénszál-gyár működik és a wackersdorfi üzem, ahol a szénszálból készítenek könnyű szövetanyagot. Mindkettőt az SGL Csoport és a BMW Csoport által közösen létrehozott SGL Automotive Carbon Fibers (ACF) működteti. Ezek a létesítmények együttműködnek a BMW saját dingolfingi, landshuti és lipcsei gyáraival.

2. Life-modul: A szénszál-erősítésű műanyag termelésének integrációja a gyártási folyamatba

Amikor a BMW i8 megérkezett a BMW csoport már sokéves tapasztalattal rendelkezett a szénszál-erősítésű műanyagok megmunkálása területén. A CFK utaseggyártását teljes mértékben integrálták a plug-in hibrid sportkocsi termelési folyamatába.

Szénszál termelés vízerőművek segítségével / Moses Lake, WA/USA.

A Moses Lake-i szénszál üzemben poliakrilonitril alapú, hőre lágyuló textilszálakból készül a szénszál. A komplex, több lépcsős folyamat végén gyakorlatilag grafit szerkezetű, tiszta szénszál keletkezik. Ez a szál mindössze hét mikron (0,007 mm) vastag. Összehasonlításképpen megemlítenéd, hogy az emberi haj 50 mikron vastagságú. Az autóipari felhasználásban 50 000 ilyen szálát csévélnék fel hengerbe a további feldolgozás előtt. Az ehhez szükséges energia is megújuló forrásokból származik a Moses Lake-i szénszál-üzemben.

A szénszál rétegek feldolgozása Wackersdorfban.

A Moses Lake-i előfonat a wackersdorfi innovációs parkba kerül, ahol könnyű szövetanyag készül belőle. Az ekkor még rendezetlenül futó szálakat nagyobb, különféle szálirányú rétegekbe rendezik, mielőtt méretre vágják.

A CFK alkatrészek gyártása Landshutban és Lipcsében.

A wackersdorfi szövet a BMW landshuti és lipcsei fejlesztő és termelő létesítményeiben alakul szénszál-erősítésű műanyag karosszériaelemekké. A BMW i8 karosszériaelemei Landshutban, míg a BMW i3 alkatrészei Lipcsében készülnek.

Annak érdekében, hogy a felhalmozott szénszál rétegek stabil, háromdimenziós formába rendeződjenek, öntőmintát használnak. Több ilyen nyers darabból formázzák a nagyobb alkatrészeket. Ugyanezeket a karosszéria elemeket acéllemezből vagy alumíniumból jelentősen drágább lenne előállítani. A folyamat következő lépése a nagynyomású műgyanta befecskendezés (Resing Transfer Molding-RTM). Ekkor folyékony gyantát

fecskendeznek nagy nyomással az öntőmintába. A szálak és a gyanta megkötése után a kulcsfontosságú keményítési folyamat következik, amiktől az anyag elnyeri végleges szilárdságát és különleges tulajdonságait.

A CFK préselése pontosan meghatározott, speciális időtartam, nyomás és hőmérséklet értékeket követel, ami alatt a gyanta és a keményítő hatására kialakul a szénszálak megkeményedett térhálója. Ez az automatizált eljárás kevésbé időigényes, mint a hagyományos kemencében zajló keményedési folyamattal készülő „kézi” CFK gyártás.

A szénszál-erősítésű műanyag előállítása nem hasonlít a hagyományos acéllemez-gyártáshoz. A CFK ipari termelése rendkívül gazdaságos és először teszi lehetővé a nagyméretű szénszálak kompozit alkatrészek felhasználását az autópárban.

Még az olyan bonyolult és már integrált szerkezeti elemek, mint például a BMW i8 Life-moduljának oldalkerete is elkészíthető a magas szinten automatizált létesítményben. A feldolgozási folyamat része még a pontos vágás a körvonalak mentén és a hézagok illesztése. Ezt a munkát egy speciális vízsugaras vágórendszer végzi, majd a ragasztási felületet homokfúvással kezelik a további feldolgozás előtt. Ezzel szemben egy hagyományos acéllemez oldalkeret több különböző külső és belső alkatrészből épül fel.

A CFK kompozit alkatrészeket a lipcsei karosszéria-összeszerelő műhelyben illesztik össze.

A szénszál-erősítésű műanyag elemeket az új lipcsei karosszéria összeszerelő üzembn illesztik össze. Ez az a hely, ahol a BMW i3 és a BMW i8 Life-modulja elnyeri végleges formáját. Nem hallani a csavarozás vagy a szegecseles zaját, és nem pattognak a szikrák a CFK karosszéria összeszerelése során, hiszen a legújabb ragasztási technológiát alkalmazzák, ami 100 százalékig automatizált. A BMW egyedi és saját fejlesztésű folyamata során az elemek ragasztása előtti illesztés pontosan meghatározott precíz vonalak mentén zajlik, hogy a létrejövő kötés olyan erős legyen, amennyire csak lehetséges.

3. Könnyű és erős: a hőre lágyuló burkolat

A BMW i8 külső váza teljes mértékben hőre lágyuló anyag, ami a BMW landshuti gyárában készül. A műanyagok körülbelül feleannyit nyomnak a mérlegen, mint az acéllemezről készült alkatrészek. További előny, hogy teljesen korróziómentes külsőt nyújtanak, kevesebb energiát igényel a gyártásuk és ellenállóbbak a kisebb sérülésekkel szemben.

A BMW i8 futurisztikus formaterve arra kényszerítette a Plastics Exterior részleg (Műanyag Karosszéria) szakembereit, hogy összehangolják a gyártás folyamatait az új követelményeknek megfelelően. Az alkatrészek mérete és a bonyolult forma, az autó illesztési hézagaival együttesen, elvezetett ahhoz a modell-specifikus szintetikus granulátumhoz, amit kifejezetten a BMW i8 gyártásához fejlesztettek ki. A lökhárítók több-tónusú festést kapnak egy speciális létesítményben. Így a kétszínű megjelenés mellett, a felhasznált festék tömegét is jelentősen optimalizálják. Ellentétben a hagyományos modellekkel, a BMW i-modellek karosszériáját nem egy darabban festik többlépcsős folyamat során, hanem a lökhárítók, az első, hátsó és oldalsó elemeket külön festik, így takarékoskodni lehet az alapanyagokkal. A festőeljárás első lépéseként feketére festik a lökhárítókat. Ezt követően a landshuti fényező szakemberek bizonyos részeken szalaggal fedik az alkatrészeket. Ez egy aprólékos, finom kézi munka, amelynek következményeként a fedett részek feketék maradnak. Ezután a lökhárító újra a festőüzembe kerül, ahol megkapja a második színt a fedetlen területeire. A folyamatot egy automatizált robot részleg végzi. A hátsó lökhárítónál háromszínű dizájn is létrehozható, köszönhetően még egy külön kiegészítő elemnek, így kölcsönözhető feltűnő vizuális hatás az autónak. Miközben a hagyományos festési eljárások során az egész kocsitestet egy darabban fényezik, a külön fényezhető elemekkel különleges vizuális megjelenés érhető el.

4. Drive-modul: könnyűszerkezetes építésmód, elektromos motor és nagyfeszültségű akkumulátor

A Drive-modul szerkezeti egységei - az első segédváz, valamint az első és hátsó futóművek - a BMW dingolfingi gyárában készülnek alumínium lemezekből és alumínium öntvényekből. Egyedülállóak a mozgatható lineáris tengelyen dolgozó hegesztő robotok is, amiket az építéssel kapcsolatos különleges elvárásoknak megfelelően fejlesztettek. A robotoknak ugyanis autónként több, mint 800 hegesztési varratot kell készíteniük mintegy 50 méter hosszúságban. Az alumínium használata elősegíti a könnyű szerkezet kialakítását és a jó szilárdsági tulajdonságaival hozzájárul a BMW i modellek átfogó biztonságához.

Egy másik fontos részegység, a nagyfeszültségű akkumulátor is Dingolfingben készül. A gyártási folyamat első lépése a külső beszállítótól érkező lítium-ion cellák működésének ellenőrzése, ezt követően a cellák „plazma-tisztítottak”. Ezután az egyes cellákat modulokba rendezik, a ragasztás és hegesztés teljesen automatizált folyamatként zajlik.

A BMW szakértelme kiterjed az akkumulátorok bonyolult formájának kialakítására és természetesen összeszerelésére is. A gyártási folyamat 100 műveletből áll. Miután az akkumulátor celláit modulokba rendezik, elkezdődik az összeszerelés. A modulokat egyesével emelik az alumínium házba, majd manuálisan sorba csatlakoztatják. Az akkumulátort úgy tervezték, hogy a modulok könnyen cserélhetők legyenek javításkor.

A motor és a hajtáslánc mindig is a BMW márka egyik legfontosabb megkülönböztető jegye volt. A BMW Csoport ezért úgy döntött, a plug-in hibrid sportautó belsőégésű és elektromos motorját is házon belül fejlesztik. A BMW TwinPower Turbo technológiáját használó háromhengeres benzinmotor (231 LE) a bajor márka Hams Hall-i (Egyesült Királyság) motorfejlesztő részlegén született.

A BMW i8 elektromos motorját pedig a landshuti gyárban tervezték. A BMW Csoport fejlesztette ki a 96 kW (130 LE) teljesítményű elektromos motort és hajtáselektronikát is. A motort egy álló és egy forgórész alkotja. Az állórész képezi a motor „magját”, erre tekercselik a körülbelül két kilométer hosszúságú vörösréz huzalt. A BMW i8 erőforrásának különlegessége, hogy a többi hasonló teljesítményű motorhoz képest nagyon kicsi és kompakt, köszönhetően a speciálisan kialakított kanyargós rézvezetéknek. Ennek

eredménye a helytakarékoság és további tömegcsökkenés. Mielőtt az állórészt a belső házba szerelik, kap egy vékony gyantabevonatot. Az összeszerelés során, amikor az állórész, a forgórész, majd a külső és a belső ház is a helyére kerül, először a belső házat felmelegítik 150 Celsius fokra, amitől kitágul kissé. Ez a feladat maximális pontosságot követel, mivel az állórésznek és a forgórésznek tökéletesen illeszkednie kell, hogy később a motor tökéletesen üzemeljen.

5. Párhuzamos folyamatok: összeszerelés

Ellentétben a hagyományos karosszéria- és vázszerkezetű autókkal a vízszintesen osztott LifeDrive architektúra két független modulból áll. Ennek eredményeként a BMW történelmében először, Lipcsében két párhuzamos gyártósoron készül az i3 – az egyik a Life-modul, a másik a Drive-modul. Ez hozzájárul a munkaállomások ergonómiájának fejlődéséhez is, így optimális hozzáférést biztosítva minden szerelési művelethez.

A BMW i8 ellenben egyetlen gyártósoron készül. Lipcsében a Drive-modul összeszereléskor először összeillesztik az alumínium vázat és a nagyfeszültségű akkumulátort. Ezután szerelik be a hajtásláncot és a sebességváltó-egységet. Miután az első segédvázat is beépítik – ami Dingolfingból érkezik – a BMW i8 Drive-modulja készen áll az utolsó fázisra.

Ekkor érkezik a szénszál-erősítésű műanyag utascella a karosszéria-összeszerelő üzeméből az i8 gyártósorára, ahol megkapja az ügyfél által kért felszereltséget. Ugyanebben az időben a motor alkatrészeit előszerelik a hajtáslánc-soron. Ez az utolsó lépés mielőtt a CFK utascella és az alumínium váz „egybekel”. A két egységet négy ponton csavarozzák egymáshoz, így érve el az optimális merevséget és szilárdságot. Végül helyükre kerülnek a külső burkolatok. A BMW i8 összeszerelése 14 munkafázisból áll. Utolsó lépésként a minőségellenőrzés következik, ahova már együtt érkezhethet a sportkocsi valamint a szintén Lipcsében készülő i3 és egyéb BMW modellek.

A teljes összeszerelés mindössze 20 órát vesz igénybe, ez nagyjából a fele a hagyományos termelési folyamatnak, köszönhetően a párhuzamos összeszerelési eljárásnak és annak, hogy a szénszál-erősítésű műanyag szerkezet kevesebb alkatrészt igényel.

