

## Началото на нова ера – производство на автомобили от CFRP.

Последователно олекотената конструкция е от особено значение при автомобилите с електрическо задвижване, тъй като освен капацитета на батерията друг ограничаващ пробега фактор е теглото на автомобила. Колкото по-лек е той, толкова по-голям е пробегът. За да компенсира допълнителното тегло на електрическите компоненти, при своите автомобили BMW i залага на олекотената конструкция и иновативните материали. Модулът Life на BMW i3 е изграден почти изцяло от карбонов композит – Carbon Fibre Reinforced Plastic или CFRP. Производството на този иновативен материал се извършва в джоинт венчър предприятие SGL Automotive Carbon Fibers (SGL ACF).

### **Производство на въглеродни нишки с енергията на водата/Моузес Лейк, САЩ**

Карбоновите нишки се създават с т.нар. прекурсор (термопластични текстилни влакна от полиакрилонитрил) в SGL ACF в Моузес Лейк, САЩ. За тази цел всички елементи на нишката се отделят газообразно в сложен, многостепенен процес, за да се получи нишка от почти чист въглерод със стабилна графитна структура. Тя е с дебелина само 7 микрометра (0,007 мм) –за сравнение човешкият косъм има дебелина около 50 микрометра. За използването при автомобилите впоследствие около 50 000 от тези отделни нишки се комплектоват в т.нар. „rovings“ или „heavy tows“, след което се намотават за по-нататъшна обработка.

Още при производството на карбонови нишки в Моузес Лейк цялата необходима енергия се генерира на място от силата на водата - тоест при нулеви емисии на CO<sub>2</sub>. Изключително модерният завод в американския щат Вашингтон поставя стандарти и по отношение на енергийната ефективност.

Производството на ултралеките високотехнологични нишки в Моузес Лейк стартира още в края на 2011 година. Доставките са гарантирани от двете производствени линии с общ капацитет от 3000 тона годишно. Двата концерна BMW Group и SGL Group досега са инвестирали 72 млн. евро (100 млн. USD) в производствените мощности в Моузес Лейк и са създадени 80 нови работни места.

### **Вакерсдорф: обработка до нетъкан текстил**

В иновационния парк Вакерсдорф е разположена втората производствена мощност на джойнт венчъра. Там създадените в Моузес Лейк пакети от влакна се обработват в индустриални мащаби до лек нетъкан текстил. След инвестиция от 20 млн. евро и създаването на около 150 нови работни места днес във Вакерсдорф могат да бъдат произвеждани хиляди тонове нетъкани текстили от карбонови нишки годишно. Те са изходния материал за производството на детайли и елементи от CFRP в заводите на BMW в Ландсхут и Лайпциг. Около 10 % от вложените в BMW i3 карбонови нишки са рециклиран материал.

За разлика от тъканите текстили влакната не са свързани и оплетени едно с друго, а са разположени едно до друго в една равнина. Тъканата текстилна структура би изкривила нишките, което би довело до известно намаляване на превъзходните им качества. Защото само ориентацията на нишките в тъканта гарантира оптималните качества на бъдещия детайл.

### **Ландсхут и Лайпциг: допълнителна обработка до CFRP-компоненти**

Доставеният от Вакерсдорф нетъкан текстил от карбонови нишки се обработват в заводите в Ландсхут и Лайпциг до готови каросерийни части от CFRP. В Ландсхут през последните десет години специалистите на BMW Group успяват така да усъвършенстват и автоматизират производствения процес на CFRP, че днес да е възможно изгодно и висококачествено крупносерийно производство. За този период е постигнато понижение на цената на компонентите за каросерии от CFRP с до 50 %. С помощта на висока температура текстилният пакет придобива стабилна триизмерна форма. Няколко от тези предварително оформени Preform-заготовки после се комбинират в по-голям конструктивен детайл. Това позволява производството на каросерийни детайли с голяма площ, чието създаване от алуминий или стомана би било много трудно. Пред конфекционирането и предварителното оформяне следва насмоляването под високо налягане по метода RTM (Resin Transfer Moulding). При RTM методът за впръскване на смола, познат от авиационната и космическата индустрия, както и от лодкостроенето и производството на витла за вятърни турбини, в Preform-заготовките под високо налягане се впръсква течна смола. Материалът постига здравината и изключителните са качества едва при свързването на нишките със смолата и последващото втвърдяване.

Пресите работят при точно дефинирани параметри като време, налягане и температура, за да може смолата да се свърже с втвърдителя и да

полимеризира. Благодарение на този разработен от BMW специален метод се спестява отнеманият много време процес на втвърдяване в отделна пещ, използван при конвенционалното производство на CFRP. Новите, разработени специално за CFRP преси не са сравними с пресите за обработка на конвенционална стоманена ламарина. Специфичните за продукта инвестиции се отличават по значително по-сложната си структура. Така например отпадането на класическото бояджийско отделение и катодното потапящо лакиране позволява значително понижаване на разходите. Производственият процес е иновативен, спестява изключително много време и създава реални предпоставки за индустриализирането на производството на големи детайли от CFRP. Само така може да се постигне бързо (в рамките на няколко минути) производство на каросерийни детайли от карбон. Индустриализираното производство е много ефективно и за пръв път позволява масовото използване на композитни елементи с големи размери при автомобилната индустрия. Дори и много сложните елементи като например цялостната рамка на страничните врати на Life-модула на BMW i3 излизат от инсталацията с готови, интегрирани структурни елементи – при най-високо качество, безупречна функционалност и много висока точност на детайлите. Трябва да бъдат извършени само някои фини операции като чистото изрязване на контура на елементите, както и пробиването на липсващите монтажни отвори. За тази цел детайлите се обработват в специална инсталация за рязане с водна струя, след това се почистват със струя пясък и се обработват залепващите повърхности. За разлика от оформения CFRP детайл при конвенционалната странична рамка от стоманена ламарина се налага сглобяването на множество външни и вътрешни части.

### **Нови, прецизни процеси при производството на каросерии от CFRP**

Композитните карбонови детайли от новия завод в Лайпциг, както и CFRP-елементите от завода в Ландсхут се сглобяват в новото хале за каросерии. От около 150 детайла, което е с една трета по-малко в сравнение с конвенционалното производство от стомана, тук се създава основата на Life-модула на BMW i3. Липсва всякакво шумово замърсяване от завиване и нитоване, не летят искри от заваряване, използва се само най-модерна техника на лепене, която е напълно автоматизирана. В този уникален, разработен от BMW процес на сглобяване отделните детайли се доближават безконтактно до процепа за лепене от 1,5 мм, за да може след залепването да се постигне оптимална здравина. При новоразработения производствен процес всички детайли на Life-модула винаги са разположени на едно и също разстояние един от друг и получават еднакво

количество лепило. Като цяло в целия автомобил има точно дефинирана дължина на залепената повърхност от 160 м. при широчина 20 мм. За да се намали времето необходимо за втвърдяване до минимум при крупносерииното производство на BMW i3, е създаден процес за екстремно ускорение на процеса. Така например новоразработеното за завода в Лайпциг лепило позволява обработката на детайла само 90 секунди след нанасянето му. Пълното втвърдяване се постига след час и половина. Това означава десетократно ускоряване на обичайния процес на лепене. За да се постигне ускоряване на процеса на втвърдяване до няколко минути, BMW разработва допълнителен термичен процес. За тази цел определени части от залепващите повърхности върху CFRP детайлите се загряват, за да може процеса на втвърдяване да се ускори допълнително.

### **Лека и здрава: външната обвивка от термопластични пластмаси**

BMW i3 е първото BMW в историята, при което цялата външна обвивка е изработена от пластмаса. Изключение прави само покрива, който е от рециклиран CFRP. Пластмасовите елементи са два пъти по-леки от стоманените и в същото време не са податливи на корозия и се произвеждат при по-ниско потребление на енергия. В същото време те са много устойчиви към леки повреди. 25% от термопластичните външни панели са или рециклирани, или са изработени от възобновяеми материали. Цялата външна обвивка на BMW i3 се произвежда в завода на BMW в Лайпциг. Също като предните и задните брони на класическите модели на BMW, пластмасовите елементи се произвеждат при три различни процеса на екструдирание на термопласти: стандартен процес, TWIN-процес, при който външната обвивка и основата се изработват отделно и след това се залепват, или при т. нар. „едновременно екструдирание“. При него външната обвивка и основата се изработват едновременно, като в край на процеса автоматично се съединяват. При последващото лакиране външните панели получават своя блясък и устойчивост срещу метеорологичните въздействия, ударите от камъчета и слънчевите лъчи. Новите бояджийски халета в Лайпциг работят без всякакво замърсяване на вода и изразходват само една четвърт от електроенергията спрямо конвенционалните процеси. Освен това при лакирането на BMW i3 се изразходва 70 % по-малко вода. Защото за разлика от традиционните каросерии при моделите на BMW i не се налага цялата каросерия да бъде защитена срещу корозия, лакирана и изсушена на няколко етапа. Предната броня, предните, страничните и задните панели могат да бъдат лакирани отделно при особено ефективни процеси. Благодарение на спестяването на конвенционалното лакиране на каросерията с катодно лакиране чрез потопяване във вана се спестяват

още 10 кг. тегло на всеки автомобил. В производството на пластмасовата обвивка на BMW i3 в завода в Лайпциг са заети около 300 служители.

### **Модул Drive: структурен елемент, високоволтов акумулатор и електромотор, произведени в Бавария**

Изработената в завода на BMW в Динголфинг Drive-структура на BMW i3 се състои от алуминиеви носачи и лети алуминиеви детайли с катафорезно покритие. Конструкцията осигурява идеално разположение на акумулатора и оптимално разпределение на теглото с много нисък център на тежестта на автомобила – което гарантира и преимущества по отношение на динамиката на управлението. Използването на алуминий позволява олекотената конструкция да бъде съчетана с високи възможности при сблъсък и допринася за цялостната концепция за сигурност на моделите BMW i. Drive-структурата на BMW i3 е цялостно заварена конструкция от около 160 отделни елемента, които са съединени с над 19 метра заваръчни шевове. Отлетите под налягане елементи за Drive-структурата на i3 се изработват в лелярната в завода на BMW в Ландсхут и се отличават с висока готовност за интеграция: те се отливат така, че са почти готови за монтаж. Със сглобяването на структурата Drive на моделите BMW i в завода в Динголфинг за заети около 120 служители. Големия опит и компетентност при работата с алуминий на работниците в Динголфинг, необходим на напълно автоматизираната, високотехнологична производствена линия, е натрупан в дългогодишното производство на алуминиеви предни и задни оси за моделите на BMW.

### **Високоволтова батерия**

Високоволтовата батерия е друг основен BMW i компонент, който се произвежда в Динголфинг. В началото на производството той се подлага на т. нар. Begin-of-line-тест, при който първо се проверява мощността на доставените литиево-йонни клетки. Следва т.нар. плазмено почистване на акумулаторните клетки. На финала отделните клетки напълно автоматично се пресоват, залепват и заваряват в модули, при което се използват над 20 робота. Специфичното пакетиране и комплектоване на батерията е базирано на всеобхватния опит на BMW. Необходими са 400 отделни монтажни стъпки. Корпусът на батерията предпазва литиево-йонните клетки и допринася за здравината на автомобила. След пакетирането на клетките започва монтажът, тоест модулите се поставят на ръка в алуминиевата вана и след това ръчно – чрез поставяне на комуникационния кабелен сноп – се свързват помежду си последователно. На финала се монтират капака и дъното на батерията и тя се подлага на End-of-Line тест. Батерията е конструирана така, че при ремонт всеки отделен модул може да бъде просто подменен. За производството на високоволтовата батерия на моделите BMW i в Динголфинг е построена

напълно нова, изцяло автоматизирана производствена мощност с площ над 2 000 кв. м. Тук от около 1 000 висококвалифицирани специалисти се произвеждат високоволтовите батерии за хибридните модели на Серия 3, Серия 5 и Серия 7. За работата си с високоволтовите батерии специалистите са преминали специални допълнителни обучения.

### **Електрическо задвижване**

Задвижването винаги е било основен отличителен признак на моделите на Баварските моторни заводи. Поради това електромоторът с мощност 125 кВт и управляващата електроника са собствена разработка на BMW Group. Електромоторът за BMW i3 се изработва в завода на BMW в Ландсхут. Електромоторът се състои от вътрешен корпус, статор и ротор. Статорът е сърцевината на двигателя и се състои от намотки от около 2 км. меден проводник. Особеността на електромотора на BMW i3: за разлика от другите електродвигатели с такава мощност благодарение на специалните намотки на медния проводник той е много малък и компактен – с което се понижава теглото и заемащото място. Преди да бъде монтиран във вътрешния корпус, роторът се покрива с тънък слой смола. След това статорът, роторът и загреият за монтажа до около 150 градуса вътрешен корпус се сглобяват.

### **Кокпит**

В завода на BMW в Ландсхут се произвежда и арматурното табло на BMW i3. За тази цел първо се нагрива фолио, което се оформя триизмерно. Използва се матрица от силикон, като след това оформеното арматурно табло се покрива с декоративна, видима повърхност от пластмаса или кожа. Преимущество на това ефективно производствено решение е фактът, че с един-единствен инструмент могат да бъдат произведени много варианти на арматурното табло (за базови модели и за варианти с богато допълнително оборудване). При фрезоването на арматурното табло BMW Group използва уникална в световен мащаб инсталация, която вече е обявена за патентоване. При това „безпрахово“ фрезоване образуващите се отломки и частици веднага се изсмукват от интегрираните въздуховоди. По този начин се постига понижаване на замърсяването на въздуха и на инсталациите с 98 %. Изсмуканите елементи се използват в рециклиращ процес и могат отново да бъдат интегрирани в производството.

### **Паралелни процеси: монтажът**

За разлика от автомобилите със самотосеща каросерия архитектурата LifeDrive се състои от два независими един от друг, хоризонтално разделени елемента. Затова в монтажния завод в Лайпциг за пръв път в историята на BMW се използва система от две поточни линии, тоест на една линия се сглобява модулът Life, а на друга – модулът Drive. По този

начин се постига значителен напредък по отношение на оформлението на работните места, с оптимален достъп до всички монтажни дейности. Върху алуминиевото шаси при монтажа на модула Drive в завода в Лайпциг се вгражда акумулатора, както и блокът от двигателя и трансмисията. Първо в структурата на Drive се монтира тежачия 230 кг. високоволтова батерия. Разположението на високоволтовата батерия в дъното на алуминиевото шаси осигурява оптимално разпределение на теглото и гарантира висока динамика на управлението. Блокът двигател/трансмисия от завода в Ландсхут също се монтира в модулната структура. Като опция се предлага и Range Extender (двучилиндров бензинов двигател), който увеличава пробега на автомобила до 300 км. След монтажа на вече сглобената в Динголфинг рама на предната оси и други структурни детайли модулът Drive вече е готов за финалното сглобяване.

### **Сглобяване на автомобила.**

Готовата пътническа клетка от CFRP се транспортира в монтажния завод. Там тя се оборудва според желанията на клиента върху т. нар. „Life-Band“. Финалът е „сватбата“ с алуминиевия модул Drive, при която пътническата клетка от CFRP и алуминиевото шаси се залепват едно за друго. Връзката е допълнително подсилена и с болтове, което осигурява оптимална здравина и стабилност. Лепилото по модула Drive се нанася от два робота. След това той се подава към станцията за свързване, повдига се и се центрира. След това робот поставя окончателно модула Life върху модула Drive. Процесът на свързване стартира от собственото тегло на каросерията.

Едва след това BMW i3 получава своята окончателна пластмасова обвивка. Лакираните панели са изработени предимно от термопласти чрез екструдирание. Продължителността на производството на каросерията и сглобяването е около 20 часа, което е само половината от времето, необходимо при конвенционалните методи на производство, тъй като отделните монтажни процеси се извършват паралелно, а в структурата от CFRP се монтират по-малко каросерийни елементи.

Успоредно с другите произведени в завода на BMW в Лайпциг автомобили BMW i3 също преминава през всеобхватен контрол на качеството. По този начин се гарантира, че и първият чисто електрически автомобил на BMW Group отговаря на познатите високи стандарти за качество на концерна. В същото време по този начин се оползотворяват и ценни синергии. Общите инвестиции в Лайпциг възлизат на 400 млн. евро, а при производството на BMW i са разкрити 800 нови работни места.

Устойчиво производство в Лайпциг

Производството на автомобилите BMW i поставя нови стандарти, като при него потреблението на електроенергия е намалено наполовина, а разходът на вода е по-нисък със 70 % в сравнение с вече много ефективните технологии при производството на BMW. Допълнителното потребление на електроенергия за производството на автомобилите BMW i в Лайпциг се осигурява от четири вятърни турбини, които са разположени на територията на завода.

За устойчивото им планиране признатият по целия свят Green Building Council вече отличи построените в Лайпциг сгради с „LEED Gold Zertifikat“ (Leadership in Energy and Environmental Design). Благодарение на техническите подобрения е постигнато значително понижение на разхода на енергия в производствените помещения. Интелигентното управление на вентилацията позволява пълна подмяна на въздуха в помещенията няколко пъти на ден през горните и странични прозорци на покрива. Естествената вентилация намалява натоварването с миризми и прах при каросерийното производство и в цеховете за сглобяване и осигурява необходимия хладен въздух в технологично топлите помещения с пресите. Цялата вентилационна система работи без допълнителни вентилатори и климатични инсталации. Освен това бялото фолио по покрива на помещенията отразява слънчевата светлина и намалява нуждата от изкуствено осветление. Новите сгради в Лайпциг поставят стандарти в автомобилната индустрия и по отношение на екологията.

**За повече информация:**

**BMW Group България Корпоративни комуникации**

Христина Пейчева, Мениджър Корпоративни комуникации BMW Group  
България

T: +359 2 80 60 733, F: +359 2 80 60 710

Прес портал: <https://www.press.bmwgroup.com/bg.html>

E-mail: [Hristina.Peycheva@bmwgroup.com](mailto:Hristina.Peycheva@bmwgroup.com)

--

**BMW Group**

BMW Group е най-успешният премиум производител на автомобили и мотоциклети в света със своите марки BMW, MINI и Rolls-Royce. Като световна компания BMW Group управлява 28 предприятия за производство и сглобяване в 13 държави и има мрежа за продажби в над 140 държави.

През финансовата 2012 г. BMW Group е реализирала 1,85 милиона автомобили и над 117 000 мотоциклета по света. Печалбата преди облагане с данъци за 2012 г. е 7.82 млрд. евро при приходи от 78,85 млрд. евро. Към 31 декември 2012 г. работната сила на BMW Group възлиза на приблизително 105 876 служители.

Успехът на BMW винаги се е градил на дългосрочно мислене и отговорни действия. По тази причина компанията е изградила екологична и социална устойчивост по цялата верига, пълна отговорност за продуктите и ясен

ангажимент за опазване на околната среда като неделима част от стратегията си.

[www.bmwgroup.com](http://www.bmwgroup.com)

Facebook: <http://www.facebook.com/BMWGroup>

Twitter: <http://twitter.com/BMWGroup>

YouTube: <http://www.youtube.com/BMWGroupview>

Google+: <http://googleplus.bmwgroup.com>

[www.bmw.bg](http://www.bmw.bg); [www.mini.bg](http://www.mini.bg)

Facebook: <http://www.facebook.com/BMWBulgaria>;

[www.facebook.com/MINI.Bulgaria](http://www.facebook.com/MINI.Bulgaria)

You Tube: <http://www.youtube.com/BMWBulgaria>;

<http://www.youtube.com/MINIBulgaria>

Twitter: <http://twitter.com/BMWBulgaria>