

# MŰANYAGOK FELDOLGOZÁSA, ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK

## Új 3D nyomtatási eljárás kompozitokhoz

**Hivatkozás:** Reinforcing hollow, 3D printed parts with continuous fiber composites, Composites World; Hannah Mason; 2024.05.24.  
<https://www.compositesworld.com/articles/reinforcing-hollow-3d-printed-parts-with-continuous-fiber-composites?utm>

**Tárgyszavak:** 1. Feldolgozás 2. 3D nyomtatás 3.  
 4. Optimalizált szilárdság 5. Integrált kötés 6. Költséghatékonyság

A kompozitok additív gyártási technológiai folyamatosan fejlődnek. A spanyolországi **Reinforce3D** startup egyedülálló módszert fejlesztett ki, amelynek keretében folyamatos szálakat injektálnak üreges, 3D nyomtatott alkatrészek belsejébe ahelyett, hogy közvetlenül a folyamatos szálakkal végeznék a nyomtatást.

Az additív gyártásnál az anyagot rétegenként kell felvinni, ami a folyamatos szálak esetében nehéz feladat úgy, hogy még a kívánt tulajdonságokat is elérjük. Számos módszer ezért – könnyebb rétegezhetőségük miatt – rövid szálakat használ. De mi van akkor, ha a munkadarab minden irányban folyamatos szálerősítést igényel?

Erre megoldás az új CFIP (continuous fiber injection process, folyamatos szál injektálási eljárás) technológia, amely egy utólagos feldolgozási lépés üreges, jellemzően 3D nyomtatott alkatrészek megerősítésére, amely különböző anyagokból – kompozitokból, kerámiából, erősítés nélküli polimerből vagy fémből – készülhet.

Először meg kell vizsgálni az elkészült üreges alkatrészt, és az üregeket meg kell tisztítani az esetleges törmelékektől. Ezután a programozható CFIP befecskendezőfej – amely a kereskedelmi forgalomba kerülő első változatban kézzel mozgatható, a fejlesztés alatt álló jövőbeli modellben pedig robotkarra szerelt – folyamatos szénszálat és folyékony gyantát juttat az egyes üregekbe.

Az eljárás jelenleg 4–8 µm átmérőjű ipari minőségű szénszálakkal kompatibilis, amelyeket a **Reinforce3D** szállít, mivel a szálakat előbb a vállalat saját fejlesztésű eljárásával kell kezelni. A hőre keményedő, hőre lágyuló vagy bioalapú gyanták széles skálája használható, határt csak a rendszerrel kompatibilis viszkozitási tartomány szabhat, bár a legtöbb alkalmazásban eddig epoxit használtak. A vállalat a jövőben üveg-, aramid- és természetes szálakkal is bővíteni kívánja kínálatát.

A befecskendezés után – amely csak perceket vesz igénybe – a munkadarabot szobahőmérsékleten vagy kemencében keményítik, a felhasznált gyanta specifikációjától és az alkalmazás hőmérsékleti követelményeitől függően.

Az ilyen módon kombinált anyagok között kémiai és fizikai reakció is lejátszódik. A vállalat szimulációkat és tesztek is tud végezni olyan új anyagokkal is, amelyeket az ügyfelek esetleg használni szeretnének – különösen a nagyobb teljesítményigényű munkadarabok, például a repülőgép-alkatrészek esetében.

### A befecskendezési trajektória megtervezése

A CFIP kulcsa a szálak „trajektóriájának” megtervezése úgy, hogy optimális mennyiségű anyag és szálelhelyezés valósuljon meg ott, ahol az az alkatrész szilárdsági követelményeinek teljesítéséhez szükséges, a költséghatékonyság szem előtt tartása mellett.

A **Reinforce3D** jelenleg több olyan szoftveres megoldáson is dolgozik, amelyek segítségével az ügyfelek maguk tervezhetik meg az alkatrészeket és az injektálási trajektóriákat. Az első egy olyan eszköz lesz, amellyel a tervezett száltrajektória a befecskendezés előtt ellenőrizhető.

### Előnyök: könnyű súly, optimalizált szilárdság, integrált kötés

A beszámoló szerinti a CFIP lehetővé teszi könnyű, komplex és ívelt formájú alkatrészek gyártását, amelyek a szükséges helyeken optimalizált szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek. A folyamatos szénszál integrálása gyakran azt jelenti, hogy a külső komponens kevesebb, illetve olcsóbb anyagból készíthető el.

Ezen túlmenően a CFIP egyfajta illesztési technológiának is tekinthető, segítségével több 3D nyomtatott alkatrész összekapcsolható, ami lehetővé teszi nagyméretű szerkezetek hatékony gyártását. Ez sokkal erősebb, mint a ragasztott kötés. Ugyan az injektálás előtt ragasztót vagy rögzítőt kell használni a különböző alkatrészek összeillesztéséhez, a belső kompozit, miután megszilárdult, egyfajta belső összekötő mechanizmusként működik. A töréstanulmányok eredményei szerint az így összeillesztett komponensekből álló alkatrészek nem az illesztéseknél törnek el, ahogyan azt várnánk, ha az alkatrész csak ragasztva vagy rögzítve lenne.

Az eljárás a 3D nyomtatás mellett más eljárásokkal is használható. Például a szálakat be lehetne injektálni pultrúzióval vagy száltekeressel készült üreges kompozit alkatrészekbe, vagy extrudálással vagy fröccsöntéssel készült polimer vagy kompozit elemekbe is.

### **Alkalmazások a különböző végfelhasználói piacokon**

A CFIP-technológiát számos prototípus- és K+F-projektben alkalmazták már különféle ágazatokban, az autóipartól a sportfelszerelésekig. A technológia a vállalat reményei szerint a jövőben repülőgépek belső tartókonzoljai, úrhajók és antennák komponensei, autóipari fékek és versenyautók alkatrészei, rögzítőelemek és robotkarok alkatrészei tekintetében is alkalmazást nyerhet.

### **Műholdas antennaállvány-prototípus**

A **Reinforce3D** technológiája felhasználásának demonstrálására több bemutató eszközt is készített, köztük egy kisméretű műholdas antennaállványt is. A vállalat csapata végeselemes szimulációkat és saját topológia-optimalizálást használt annak meghatározására, hogy miként lehet a CFIP-technológiát integrálni az alkatrész súlyának csökkentése érdekében, miközben a szilárdsági, merevségi és rezgési követelmények is teljesülnek. A 3D nyomtatott külső alkatrészt két darabból állították elő, az egyiket alumíniumötvözetből készítették szelektív lézeres olvasztással (SLM), a másikat pedig poliamid 12-ből (PA12) MultiJet Fusion (MJF) eljárással. Ezt a két darabot külső rögzítővel igazították egymáshoz, majd a CFIP rendszer segítségével szénszál/epoxi anyagot fecskendeztek a belsejébe. A CFIP-vel továbbfejlesztett alkatrész mechanikai tesztszérei során bebizonyosodott, hogy teljesíti az eredeti mechanikai követelményeket, miközben tömege mindössze 484,4 g, ami 48%-os csökkenés a 3D nyomtatott alumínium változathoz, és 70%-os csökkenés az eredeti, megmunkált fém változathoz képest. A szénszál erősítés lehetővé tette a drágább nyomtatott alumínium egy részének helyettesítését is, ezáltal csökkentve az anyagköltségeket.

### **Következő lépések a kereskedelmi forgalomba hozatal felé**

A **Reinforce3D** jelenleg tanácsadási szolgáltatásokat nyújt a technológia iránt érdeklődő vállalatoknak, és saját rendszerével prototípus alkatrészeket tervez és gyárt. A jövőben a vállalat gépeket és kezelt szénszáltekerceket fog értékesíteni közvetlenül az ügyfeleknek, például 3D-nyomtatást kínáló szolgáltatóknak, kompozitszerkezetek gyártóinak vagy végfelhasználóknak is. Továbbra is nyújtanak majd tanácsadási szolgáltatásokat, különösen olyan ügyfelek számára, akik új anyagokkal vagy komplex alkatrészigényekkel keresnek felhasználási lehetőségeket.

A **Reinforce3D** tervei szerint a gépeket 2024 végéig szállítja a technológia korai alkalmazói számára, beleértve azokat, akikkel a prototípusokon és a K+F-projekteken dolgozott együtt, majd a termék 2025-ben kerül a nyilvánosság elé.

**Cikk nyelve:** angol

**Készítette:** Pojják Katalin