

IPRIMARE 3D DE BETON ÎN PROIECTELE DE CONSTRUCȚII

Marin STRATULAT

Departamentul Inginerie și Management în Construcții, grupa IMC-2002, Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Țibichi Viorica, viorica.tibichi@cms.utm.md

Rezumat. În această lucrare vor fi aduse la cunoștință noi inovații în construcții. Se vor prezenta construcțiile tipărite în 3D, caracteristicile la acest proces, și nu în ultimul rând impactul asupra mediului.

Cuvinte cheie: 3D, imprimante, Tridimensional, Inovații, robotizare.

Introducere

În ultimii ani am văzut multe inovații în domeniul construcției, dar acum cred că a ajuns undeva mai departe să construim case și alte obiecte civile cu ajutorul tipăririi tridimensionale care va schimba enorm economia și domeniul de afaceri în lume legată de construcții. Vom economisi foarte mult timp care ne va ajuta să construim mai rapid și se va schimba structura șantierului ne apropiem de o lume inovatoare.

Imprimarea 3D

Vom începe cu tehnologia. Principiul de funcționare al imprimantelor 3D de construcție este de a extruda - sau de a stoarce - un amestec special, strat cu strat, conform unui model computerizat tridimensional dat. Amestecul pre-preparat, constând din ciment, umplutură, plastifiant și alți aditivi, este încărcat în buncărul dispozitivului și de acolo este alimentat în capul imprimantei. Amestecul se aplică pe suprafața tamponului sau pe straturile imprimate anterioare. Majoritatea imprimantelor 3D de construcție funcționează conform acestui principiu. Printre acestea, există trei tipuri de dispozitive: Imprimantele 3D Gantry constau dintr-un cadru, trei portaluri și un cap de imprimare. Cu ajutorul unor astfel de dispozitive, puteți imprima clădiri și în părți, și în ansamblu - dacă se potrivesc sub arcul imprimantei.

Imprimarea 3D în serie a clădirilor devine o realitate - casele din Rusia, China, Europa, Asia și America sunt imprimate folosind imprimante 3D de construcție. În această recenzie, vorbim despre cele mai promițătoare proiecte interne și externe în acest domeniu. Dispozitivele Delta sunt independente de ghidajele 3D și pot imprima forme mai complexe. Aici, capul de imprimare este suspendat de brațele care se fixează pe șinele verticale. În cele din urmă, imprimantele robotizate sunt un robot sau un grup de roboți industriali de tip manipulator echipați cu extrudere și controlați de un computer.



Figura 1. Imprimarea betonului în 3D [1]

Materiale

Materialul principal pentru casele de tipărire 3D sunt amestecurile cu granulație fină, care sunt diferite de betonul tradițional. Fiecare companie își dezvoltă propria rețetă, care corespunde dispozitivului imprimantei și duzei acesteia, precum și specificului produselor finite. Cei mai importanți parametri ai betonului pentru o imprimantă 3D sunt rezistența, viteza de priză și întărire, plasticitatea. Proprietățile betonului sunt controlate de compoziția amestecului - cantitatea de ciment și calitatea agregatelor, precum și adăugarea de plastifianți.

Mixurile gata permit imprimarea elementelor de diferite complexități și dimensiuni - de la forme arhitecturale mici, cum ar fi paturi de flori și bănci, până la clădiri întregi, poduri și chiar zgârie-nori.



Figura 2. Amestec cu granulație fină [1]

Imprimare

Compania rusă „Apis Cor Engineering” (Apis Cor) este dezvoltatorul unei imprimante 3D mobile unice pentru construcții, care imprimă întreaga casă de pe șantier. Dimensiunile pliate ale imprimantei 3D sunt de $4 \times 1,6 \times 1,5$ m, iar greutatea este de 2 tone. Suprafața de imprimare - 131 mp. Mai multe imprimante 3D sincronizate pot fi folosite pentru a imprima clădiri și structuri mari.

În 2014, compania Winsun din Shanghai a devenit faimoasă în întreaga lume prin ridicarea a zece clădiri imprimate 3D într-o singură zi. De fapt, totul s-a dovedit a fi ceva mai modest: s-au tipărit mici „cutii” bloc cu bloc, în prealabil, apoi asamblate la șantier, fără armături și comunicații, dar cu geamuri. Compania folosește o imprimantă bazată pe tehnologia FDM și un proces unic și pas cu pas cu ciment, nisip și fibra de sticlă. Aceste materiale oferă suficientă rezistență pereților. Imprimanta 3D WINSUN este o structură portal cu dimensiuni de 36x12x6 metri.

Producătorul italian WASP a creat cea mai mare imprimantă 3D de construcție de până acum. Această barcă deltă are 12 metri înălțime și 7 metri lățime și are brațe reglabile până la 6 metri lungime. Imprimanta, numită BigDelta, își propune să abordeze criza locuințelor prin crearea de locuințe mai ieftine, în special în țările în curs de dezvoltare. Proiectul BigDelta este o imprimare 3D de construcție folosind materiale naturale. Paiele presate și pământul sunt folosite ca „consumabile”.

Universitatea din Nantes, Franța, lucrează cu Nantes Digital Sciences Laboratory (LS2N) la un proiect de imprimare a caselor pe o imprimantă 3D cunoscută sub numele de Yhnova.

Proiectul va folosi metoda Batiprint3D dezvoltată de universitate – imprimare 3D „din interior”. Cofrajele din poliuretan se imprimă prin pulverizarea strat cu strat a unui material asemănător cu spuma poliuretanică, după care se toarnă cu beton.

Proiectul Yhnova este un proiect de locuințe sociale cu cinci camere, cu pereți arcuiți și colțuri rotunjite. Brațul robotizat Batiprint3D poate imprima structuri de până la 7 metri înălțime, suprafața casei planificate este de 95 de metri pătrați.



Figura 3. Imprimantă mobilă (rusă) [1]

Există diferite tipuri de imprimante 3D de construcție. Ele diferă unele de altele prin:

- construcții;
- metoda de ridicare a pereților clădirii.

În funcție de design, imprimantele 3D de construcție sunt:

- structura portalului;
- 2 și 4-structuri de susținere;
- bazat pe un braț manipulator;
- design circular.

O caracteristică distinctivă a diferitelor imprimante 3D de construcție este capacitatea lor de a imprima forme arhitecturale mici sau detalii ale structurilor cu asamblarea lor ulterioară la instalație sau de a imprima întreaga clădire pe șantierul casei.

Cum se folosesc imprimantele 3D în construcții [3].

Imprimantele 3D de construcție, ale căror fotografii pot fi găsite în rețea, funcționează conform tehnologiei standard de stratificare a materialului. În acest scop, se folosește un material compozit special, care este asemănător betonului M250. Pentru a obține rezistență, este necesar să se întărească suplimentar pereții. Pentru aceasta, la soluție poate fi adăugată fibră de sticlă, iar dacă structura este masivă, în pereți este plasată armătură cu fibră de sticlă. În general, 2 persoane sunt suficiente pentru a construi o casă folosind o imprimantă 3D. Unul va controla prezența mortarului, iar celălalt va așeza armătura.

Proces 3D -imprimare a clădiri:

Procesul pentru imprimarea 3D a unei clădiri este următorul. În primul rând, șantierul este pregătit. Apoi, folosind un program special, servomotorul extruderului stoarce amestecul de construcție (beton de nisip, amestec pe bază de gips, fibră de sticlă, geopolimeri) cu aditivi speciali. Imprimarea 3D se realizează în straturi orizontale - fiecare lângă cel precedent. Stratul aplicat sigilează fundul, crescând capacitatea acestuia de a susține greutatea structurii. În locurile cu deschideri de ferestre și uși, extruderul face goluri pentru formarea lor. În plus, structura casei aflată în construcție este întărită cu ajutorul armăturilor.

Avantaje clădiri 3D -imprimare

Pot fi evidențiate următoarele avantaje ale utilizării imprimantelor 3D de construcție:

- Viteză mare de construcție - o proporție mare de utilizare eficientă a timpului de lucru (fără timp de nefuncționare tipic pentru tehnologia tradițională de construcție [4]), lucru zi și noapte. Ca rezultat, timpul de construcție accelerat;

- Automatizarea maximă a procesului de producție și minimizarea „factorului uman”. Ca urmare: reducerea erorilor, construcția în locuri greu accesibile și inaccesibile pentru oameni. Sunt necesare doar: un operator de imprimantă și un driver de betoniera;
- Calitate înaltă și stabilă a muncii prestate;
- Absența completă a deșeurilor din procesul de producție;
- Reducerea costurilor: resurse energetice, economii la costurile forței de muncă etc.;
- Posibilități largi de proiectare și arhitectură care sunt inaccesibile pentru construcția tradițională;
- Zgomotul procesului de construcție. Construcția caselor tradiționale este asociată cu zgomotul crescut de la echipamentele de lucru și diverse echipamente care sosesc pe șantier. Imprimarea 3D a clădirilor este lipsită de aceste surse de zgomot

Dezavantaje 3D -imprimare a clădiri

Pe lângă avantajele evidente ale clădirilor de imprimare 3D, există și dezavantajele acestea:

- Imprimarea pe pereți de clădire necesită amestecuri cu o rată mare de priză și întărire. Pentru detalii irelevante, cum ar fi forme mici de peisaj, pot fi folosite amestecuri ieftine;
- se pot forma buzunare de aer, reducând rezistența structurii. Acest lucru se datorează imposibilității tratamentului vibrațiilor;
- tehnologia de armare nu a fost dezvoltată pe deplin. Sunt propuse diverse soluții tehnice care necesită o încercare de timp;
- munca poate fi efectuată numai pe vreme uscată, la temperaturi pozitive, datorită capacităților de lucru ale amestecului. Imprimanta în sine poate funcționa la temperaturi scăzute până la -35 0 C;
- numai pereții pot fi imprimați. Pentru imprimarea 3D de înaltă calitate, designul obișnuit al acoperișului imprimantelor nu este încă disponibil. Deși pentru casele mici non-standard, acoperișurile sunt imprimate ca plăci orizontale, sau casele sunt imprimate în partea de sus ca cupole, ceea ce nu necesită o placă tradițională de tavan;
- costul ridicat al unei imprimante 3D de construcție. O imprimantă 3D domestică pentru imprimarea clădirilor costă aproximativ 4,5 milioane de ruble. Pentru recuperarea sa, este necesar să se construiască mai mult de o clădire;
- în timp ce se pot imprima clădiri mici de 2-3 etaje. Dimensiunile tipografiei depind de capacitățile tehnice ale imprimantei. Astfel, aria de aplicare a imprimării tridimensionale a unei clădiri este acum limitată la utilizarea în construcția de locuințe joase. Pentru a imprima o clădire cu mai multe etaje, aveți nevoie de o imprimantă mai înaltă decât clădirea în sine. Vă puteți imagina ce dimensiune ar trebui să aibă.

Concluzii

Imprimarea 3D este una dintre cele mai promițătoare domenii în construcția de tot felul de structuri. Aplicația sa promite beneficii comerciale bazate pe un necesar mai mic de personal și costuri reduse cu materialele; beneficii sociale – datorită capacității de a construi rapid locuințe la prețuri accesibile pentru cei săraci și cei afectați de dezastru naturale; bonusuri de reputație - construcție mai ecologică, cu consum redus de energie și mai puține deșeuri.

Referințe:

1. 3D printing of buildings technologies and 3d : <https://top3dshop.ru/blog/3d-printing-of-buildings-technologies-and-3d-printers.html>
2. <https://www.oknamedia.ru/novosti/est-li-perspektivy-u-3d-pechati-domov-v-rossii-52305>
3. <https://3d-m.ru/primenenie-3d-printerov-v-stroitelstve/#attachment%20wp-att-21435/0/>
4. LOZOVAN, D.; ȚIBICHI, V.; BERDAGA, O.; MUNCESCU, I. Consolidarea stâlpilor din beton armat. In: tezele Conferinței tehnico-științifice a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților UTM, Vol. II, Chișinău, 2010, pp. 333 -338. ISBN 978-9975-45-159-8.