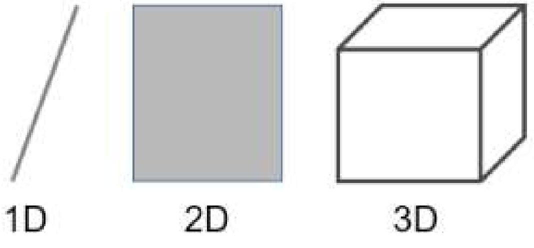
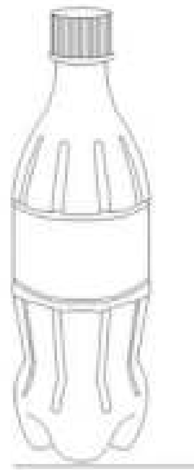
थ्री डी (3D) प्रिंटिंग

अभियांत्रिकी क्षेत्रात काम करत असलेल्या बहुतेक सर्वच लोकांना थ्री-डी (3D) प्रिंटिंग बद्दल थोडी बहुत माहिती असते. दुर्भाग्य असे की बहुतेक वेळेला ही माहिती अपूर्ण वा चुकीची असते मग इतर क्षेत्रात काम करत असलेल्या लोकांबद्दल बोलायलाच नको. आमची संस्था ''3D इंजीनीरिंग'' गेल्या बारा वर्षांपासून 3D प्रिंटिंग तंत्रज्ञानात कार्यरत आहे हे माहीत असलेली काही मंडळी शनिवार-रविवारी वृत्तपत्रात येणारे लेख वाचून फोन करते. ''अरे आज पेपर मध्ये संपूर्ण घर थ्री-डी प्रिंट करता येते असे वाचले, तुम्ही का नाही करत असे?'' किंवा ''भाई, आज पेपर मे पढा - टूटी ऊंगली प्रिंट करके लगा दी यार बंदे ने आप लोंग भी ऐसा करते हो क्या'' -

ह्या लेखा द्वारे थ्री-डी प्रिंटिंग तंत्राबद्दल काही समज-गैरसमज दूर करण्याचा प्रयत्न करूयात. सर्व प्रथम सोप्या भाषेत थ्री-डी प्रिंटिंग म्हणजे काय हे पाहू. संगणक प्रत्यक्ष-अप्रत्यक्ष पणे वापरणाऱ्यांना संगणकाच्या की-बोर्ड वरील प्रिंट कमांड ज्ञात असते. एखादे वर्ड डॉक्युमेंट टाइप करून झाले की त्याला कागदावर आणण्यासाठी प्रिंट करणे किंवा काढलेला फोटो प्रिंट करणे म्हणजे काय माहीत असेल तर समजणे अगदी सोपे. टाइप केलेले डॉक्युमेंट अथवा काढलेला फोटो ह्या गोष्टी २ अर्थात द्विमितीय असतात. या गोष्टींना लांबी-रुंदी असते परंतु तिसरी मिती अर्थात ऊंची नसते. आपल्या आजूबाजूला असलेल्या इतर गोष्टी न्याहाळा, जसे पाण्याची बाटली, आपला स्मार्ट फोन, खुर्ची, मेज अथवा अश्या अनेक गोष्टी. या सर्वांना लांबी-रुंदी - ऊंची अश्या तिन्ही बाजूला मोजता येईल असा आकार आपल्याला दिसेल. अश्या - गोष्टींना 3 Dimensional वा त्रिमिती असलेल्या गोष्टी असे म्हणता येईल.



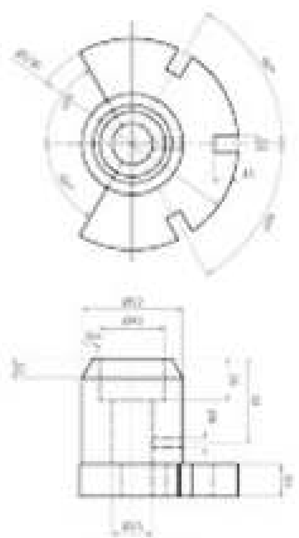
आता असे समजा की संगणकावर डिझाईन केलेल्या एखाद्या बाटलीला प्रिंट केले तर जसे संगणकाच्या स्क्रीनवर दिसते आहे तसे कागदावर प्रिंट केले तर द्वीमितित (2D) प्रिंट होईल व जर प्रत्यक्ष बाटलीच प्रिंट होऊन आली तर ती त्री-मितीत 3D प्रिंट होईल.



कागदावर 2D प्रिंट केलेली बाटली

3D प्रिंट केलेली बाटली

3D प्रिंटिंग बद्दल माहिती घेण्याआधी आपल्याला ड्रॉइंग बनवण्याच्या पद्धतीत झालेले बदल जाणून घेणे आवश्यक आहे. आम्ही इंजीनीरिंग शिकलो (१९८७) त्या वेळेला आम्ही इंजीनीरिंग ड्रॉइंग कागदावर काढत असू. एका हातात ड्रॉइंग बोर्ड व पाठीवर ड्राफ्टर लटकवून सायकलवर ड्रॉइंगच्या तासाला जाताना मागे



2D ड्रॉइंग

3D मॉडेल

लागलेल्या कुत्र्यांची आठवण झाली आणि इंजीनीरिंग ड्रॉइंग क्षेत्रात झालेले आमूलाग्र बदल व त्यावर आरुढ होऊन आकार घेतलेल्या माझ्या व माझ्या सारख्या अनेक अभियंत्यांचे करियर चित्रपटाप्रमाणे नजरे समोर आले. ड्रॉइंग शीट वर काढलेले चुकीचे प्रॉजेक्शन मास्तरांनी लाल शाईने खोडून काढल्यावर परत नव्या ड्रॉइंग शीट वर सुरूवात करावी लागे. त्या नंतरच्या ५–६ वर्षात संगणक आले व AutoCAD चा वापर करून परंतु 2D चे ड्रॉइंग बनवणे प्रचलित होते. त्यावेळी केलेल्या चुकीच्या ड्रॉइंग ला इरेझ कमांड वापरली की झाले.

त्यापुढचा काळ मात्र 3D डिझाईन चा. ड्रॉइंग च्या जागी मॉडेल आले व त्याबरोबर आले एक मोठे तांत्रिक वादळ. मेकॅनिकल इंजीनीरिंग (व इतरही) जगात 3D मॉडेलिंग ने एक प्रकारे क्रांतिच आणली. 3D मॉडेलिंग हे CAD अर्थात कम्प्युटर एडेड ड्रॉइंग नावाने प्रचलित झाले व त्यामुळे CAM अर्थात कम्प्युटर एडेड मॅन्युफॅक्चरिंग व CAE अर्थात कम्प्युटर एडेड इंजीनीरिंग उदयास आले. या सर्व बदलांमुळे आपण वापरत असलेल्या गोष्टी आधिक कार्यक्षम अधिक टिकाऊ व अधिक विसंबण्याजोगत्या तर झाल्याच परंतु त्यांच्या आकारमानातही नजर–वेधक बदल झाले. आपल्या लहानपणी दिसत असलेल्या प्रीमियर पद्मिनी व अम्बॅसडर कार वर्षानुवर्षे तशाच दिसायच्या. आजकाल मात्र दर ५–६ महिन्यात नवनवीन आकारांच्या मोटर गाड्या बाजारात येताना दिसतात.

नवीन उत्पादनं बाजारात आणण्याआधी त्यांची भौतिक–चाचणी (फिजिकल टेस्टिंग) करण्यासाठी प्रोटोटाइप अर्थात उत्पादाच्या आकाराचा व त्या सारखे चालू शकणाऱ्या नमुन्याचे उत्पादन आधी करण्याचा प्रघात आहे. त्याद्वारे मोठ्या प्रमाणात उत्पादन करण्याआधी त्यातील डिझाईन मधील त्रुटि वेळीच दुरुस्त होऊ शकतात. असे प्रोटोटाइप पूर्वी सुतारकाम, लोहारकाम आदि कारागिरी करत बनवावे लागत. 3D मॉडेलिंग मुळे या कामास अजून एका क्रांतिकारक तंत्राची जोड मिळाली ज्याला रॅपिड प्रोटो–टायपिंग (RPT) अर्थात 3D प्रिंटिंग असे संबोधले गेले.

3D प्रिंटिंग सुरुवातीला केवळ प्लॅस्टिक च्या वस्तूंचीच होत असे. त्यावरील प्रयोग जरी ६०–७० च्या दशकात सुरू असले, तरी त्याचे जगाच्या पाठीवर व्यावसायिक अवतरण १९८० च्या दशकात झाले. 3D प्रिंटिंग करू शकणाऱ्या अनेक तंत्रांचे शोध साधारण १९९० च्या आसपास लागले. 3D प्रिंटिंग करण्यासाठी वेगवेगळ्या तंत्रांनी वेगवेगळ्या कच्च्या मालाचा वापर केला. जसे काही तंत्रांनी द्रव पदार्थांना घनता देण्याचा प्रकार केला तर काही तंत्रांनी घन पदार्थांना आधी द्रव्य करून हव्या असलेल्या आकारात घनता देऊन 3D प्रिंटिंग साधले. प्रत्येकच तंत्रात 3D पार्ट चे प्रिंटिंग लेयर – बाय–लेयर तत्वाने केले जाते. अर्थात मॉडेलला छोट्या छोट्या जाडीच्या थरांमध्ये वाटून त्या त्या थराला घनता देत थरा वर थर बांधत 3D पार्ट तयार होतो. ह्या पद्धतीत तयार होणाऱ्या प्रक्रियेला

additive (अडिटीव) मॅन्युफॅक्चरिंग पद्धतही म्हणतात. पारंपारिक पद्धतीने ज्यावेळी पार्ट मॅन्युफॅक्चरिंग होतो तेव्हा एका मोठ्या ब्लॉक (ठोकळा) मधून अनावश्यक भाग काढून पार्ट बनवले जात. ह्यास subtractive (सबट्रॅक्टीव) मॅन्युफॅक्चरिंग असे म्हणतात. ह्या मुळे 3D प्रिंटिंगला अडिटीव मॅन्युफॅक्चरिंग अर्थात AM असेही म्हणतात.

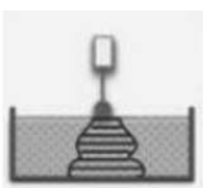
प्लॅस्टिक पार्थांची 3D प्रिंटिंग करण्यासाठी खालील तंत्र वापरल्या जातात :

१. थरा वर थर AM चे प्रकार : फ्यूज्ड डीपोजिशन मॉडेलिंग (FDM) : ह्या तंत्रात एका अखंड फिलामेंट ला वितळवून ऐच्छिक आकारात ढाळले जाते. साधारण चकली बनवण्याची क्रिया लक्षात घ्या. इथे वरुन येणारी प्लॅस्टिक ची तार वितळवून 3D प्रिंटिंग केले जाते.

२. VAT polymerization : या तंत्रात द्रव स्वरूपात असलेल्या रेसिन (राळ) ला विविध पद्धतीने घनता देण्यात येते. त्यात लाइटचा वापर होऊ शकतो (DLP - digital light projection) किंवा लेजर – चा SLA (stereolithography)

३. SLS - Selective laser sintering – ह्या पद्धतीत पावडर स्वरूपात उपलब्ध प्लॅस्टिकला थरा वर थर चढवत हव्या असलेल्या आकाराला लेजर ने वितळवले जाते.

ह्या शिवाय multi jet (MJP), LOM (लॅमिनेटेड ऑब्जेक्ट मॉडेलिंग) व कलर जेट प्रिंटिंग (CJP) तंत्रांचा प्लॅस्टिक 3D प्रिंटिंगसाठी वापर होतो. स्वाभाविकच ह्या निरनिराळ्या



तंत्रांत तयार होणाऱ्या पार्टचे गुणधर्म, त्यांची किंमत व आयुष्य (life) वेगवेगळी असते. आपल्याला हवे असलेल्या गुणधर्माप्रमाणे आपल्या वापरात येणाऱ्या तंत्राची निवड होणे आवश्यक आहे.

विविध प्रकारच्या 3D प्रिंटिंग मशीन मधून प्रिंट झालेल्या काही प्लॅस्टिक पार्ट्सची उदाहरणे खालील चित्रात दिसतात:

अश्या प्रकारे बनवल्या गेलेल्या पार्ट्सचा वापर प्रोटोटायपिंग व प्रत्यक्ष कार्य करत असलेल्या मशीनमध्येही केला जातो. काही पार्ट्स फक्त फिट करून पाहण्यासाठी किंवा हाताळून पाहण्यासाठी प्रिंट केले जातात (प्रोटो) तर काहींना स्पेअर पार्ट किंवा प्रत्यक्ष वापरात आणण्यासाठी केला जातो. असे पार्ट विविध औद्योगिक क्षेत्रात वापरले जातात जसे की ऑटो, मेडिकल, गीफ्टिंग इत्यादि.

वर सांगितलेल्या प्लॅस्टिक प्रिंटिंगचा एक प्रकार – SLS - Selective laser sintering – ह्याचा मेटल अर्थात विविध धातूंच्या 3D प्रिंटिंगसाठी वापर केला जातो. डाय स्टील, टायटानियम, ॲल्युमिनियम, कॉपर, स्टेनलेस स्टील आदि व अनेक धातूंचे प्रिंटिंग ह्या तंत्राद्वारे होऊ शकते.

विविध प्रकारच्या धातूंचे 3D प्रिंटिंग झालेल्या काही पार्ट्स ची उदाहरणे खालील चित्रात दिसतात :

धातूंचे 3D प्रिंटिंग मजबूत पार्ट्स बनवण्यासाठी सुरू

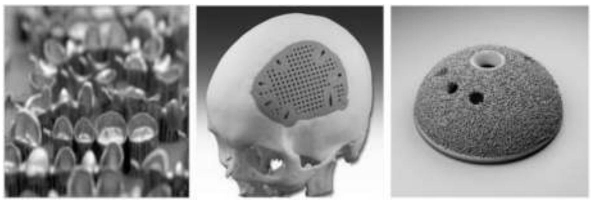
झाले तेव्हापासून या तंत्राचे अनेक उपयोग क्रांतिकारक ठरत आहेत. जसे की हवाई उद्योग. 3D प्रिंटिंग मुळे असे आकार बनवले जाऊ शकतात जे पारंपारिक पद्धतीने बनवलेच जाऊ शकत नाहीत. शिवाय त्यात तयार होणारी जियॉमेट्री पार्टला वजनाने हलकी परंतु अधिक सक्षम व मजबूत बनवता येत असल्यामुळे हवाई कार्यक्षमता वाढण्यास मदत होते. 3D मॉडेल तयार असेल तर पार्ट काही तासात बनवता येतो त्यामुळे लीड टाइम कमी होण्यास मदत होते.

धातूंच्या 3D प्रिंटिंगचा एक अजून नावारूपास आलेला उपयोग म्हणजे मेडिकल इम्प्लांट. कवटी, माकड हाड, गुडघा इतकेच काय तर दाढेचे 3D प्रिंटिंग आता शक्य आहे. प्रत्येक शरीर वेगळे असल्याकारणाने एक-एक पार्ट बनवणे हे 3D प्रिंटिंग मुळे अधिक चांगल्या प्रकारे शक्य होते.

3D प्रिंटिंगचा वापर करून बनवलेले मेडिकल इम्प्लांटची उदाहरणे खालील चित्रात दिसतात :

प्लॅस्टिक व मेटल (धातू) ह्यांचे प्रामुख्याने 3D प्रिंटिंग सुरू असताना, बाकी उद्योग का मागे राहतील? 3D प्रिंटिंग वर सातत्याने विविध देशात विविध क्षेत्रांत शोध सातत्याने सुरू आहेत.

त्यातूनच कॉंक्रिट प्रिंटिंगने बांधकाम व्यवसायात, फूड प्रिंटिंगने अंतराळ क्षेत्रात वा सेल प्रिंटिंगद्वारे बायो मेडिसीन क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणात अभ्यास व शोध सुरू आहे. अर्थातच यासाठी विविध प्रकारची 3D प्रिंटिंग मशीन्स लागतील.



ह्या दशकात 3D प्रिंटिंग ही मॅन्युफॅक्चरिंग ची महत्वाची व सांभावता (काहीच वर्षात) सामान्य माणसाला परवडणारी प्रक्रिया म्हणून उदयास येत आहे.

अजय देशकर
ajay.deshkar@3dengg.com

फॉर्म क्र. ४ : डिक्लेरेशन : नियतकालिक नोंदणी केंद्रीय कायदे १९५६, नियम क्र. ८ अनव्ये नियतकालिक मालकी व इतर तपशिलाचे निवेदन
'सृष्टिज्ञान' मासिक

१. प्रकाशन स्थळ : विज्ञान भारती, काशी निवास, १२६१ शुक्रवार पेठ, सुभाषनगर, गल्ली क्र.६, पुणे ४११००२.

२. प्रकाशनाचा काळ : दर महिन्याचे पंधरा तारखेस.

३. मुद्रकाचे नाव : रमेश वि. दाते
पत्ता : विज्ञान भारती, १२६१ शुक्रवार पेठ, सुभाषनगर, गल्ली क्र.६, पुणे ४११००२. फोन नं.: २४४७४२९५
राष्ट्रीयत्व : भारतीय

४. प्रकाशकाचे नाव : रमेश वि. दाते
पत्ता : विज्ञान भारती, काशी निवास, १२६१ शुक्रवार पेठ, सुभाषनगर, गल्ली क्र.६, पुणे ४११००२.
फोन नं.: ०२०-२४४७४२९५
राष्ट्रीयत्व : भारतीय

५. संपादक : रमेश वि. दाते

मी, रमेश वि. दाते असे प्रकट करतो की, वर दिलेली माहिती ही माझ्या माहिती व समजुतीप्रमाणे खरी आहे.
दि. १ मार्च २०२३
रमेश वि. दाते
संपादक