Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”

Дипломна робота

Виконала: Кулинич Г. гр. ТМ-89Б
Керівник: Мартиненко О.В.

Розрахунок НДС моделі 3D-принтера

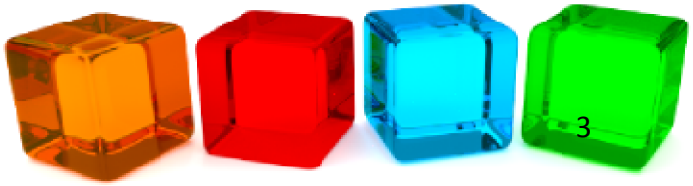
Вступ

Машинобудуванню відведено важливе місце в перспективних планах розвитку промисловості в найближчий час. Ріст промисловості і темпи запровадження і застосування нової техніки прямо залежать від рівня розвитку машинобудування.

Побудова просторової геометричної моделі виробу являється центральною задачею в концепції комп'ютеризованого інтегрованого виробництва. Вона досягається за допомогою застосування 3D – принтерів.

3Dпринтери – периферійні пристрої, які використовують метод пошарового створення фізичного об'єкта по цифровій 3D-моделі.

В зарубіжній літературі даний тип пристроїв також називають фабберами, а процес трьохмірного друку – швидким прототипуванням (RapidPrototyping).



Технології 3D-друку

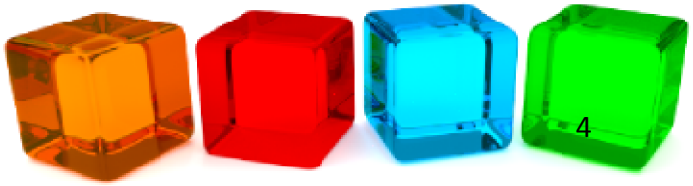
StereoLithographyApparatus, SLA – стереолітографія. Вихідним продуктом є рідкий фотополімер

SelectiveLaserSintering, SLS – метод вибіркового спікання. Матеріалом відтворення об’єктів є порошок з діаметром частинок 50-100 мкм. Вихідні матеріали можуть бути різноманітні: метал, пластик, кераміка, скло, ливарний віск.

MultiJetModeling, MJM – багатоструменеве моделювання. Як матеріал для MJM-принтерів використовують пластики, фотополімери, спеціальний віск, а також матеріали для медичних імплантів, зубних зліпків і протезів.

LaminatedObjectManufacturing, LOM – пошарове склеювання плівок. Витратний матеріал – папір.

FusingDepositionModeling, FDM - пошарове наплавлення. Найбільш розповсюджена в наш час технологія. Матеріал – пласатик.

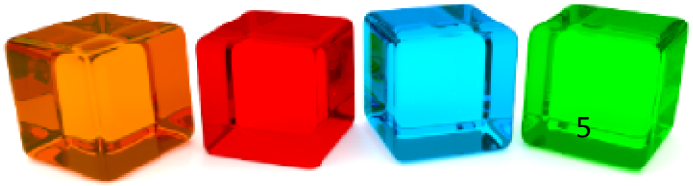


RepRap

ReplicatingRapidPrototyper – самостворюючийся механізм швидкого прототипування. Самовідтворення стосується виготовлення на вже зробленому принтері частин для іншого подібного принтера – звичайно, не всіх, а лише тих, які можна створити в рамках даної технології

Створені принтери найчастіше далекі від досконалості навіть у рамках технології FDM, але вони дозволяють з мінімальними фінансовими затратами створити цілком працездатний апарат.

Ще одна позитивна сторона розвитку проекту RepRap поява програмного забезпечення для роботи з подібними 3D-принтерами, причому розповсюджуваного вільно.

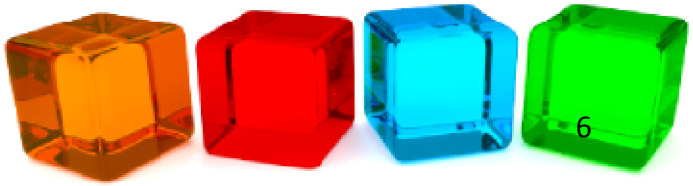


Матеріали FDM принтерів

ABS (Акрилонітрілбутадієнстірол, АБС) – це ударостійка технічна термопластична смола. Сировиною для його виробництва є нафта. Цей пластик непрозорий, легко забарвлюється в різні кольори.

PLA (полілактид, ПЛА) – біорозкладаний, біосумісний поліефір, мономером якого є молочна кислота. Сировиною для виробництва служать поновлювані ресурси – наприклад, кукурудза або цукровий очерет, тому матеріал є нетоксичним і може застосовуватися для виробництва екологічно чистої упаковки та одноразового посуду, а також у медицині і в засобах особистої гігієни.

По комп'ютерній моделі, за допомогою методів і засобів швидкого прототипування, може бути отриманий фізичний приклад виробу. Підготовка моделі потребує попереднього її аналізу для забезпечення раціонального вибору стратегії матеріалізації.



Постановка задачі

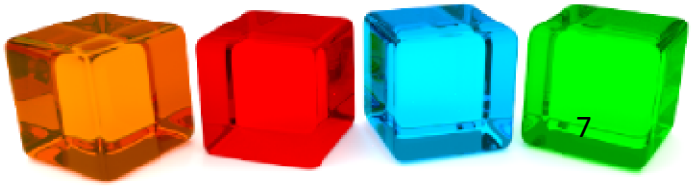
Глобальною задачею дослідження 3D-принтерів являється вдосконалення технологій трьохмірного друку.

В даному проекті буде розглянуто вплив НДС принтерів на точність відтворення об’єктів.

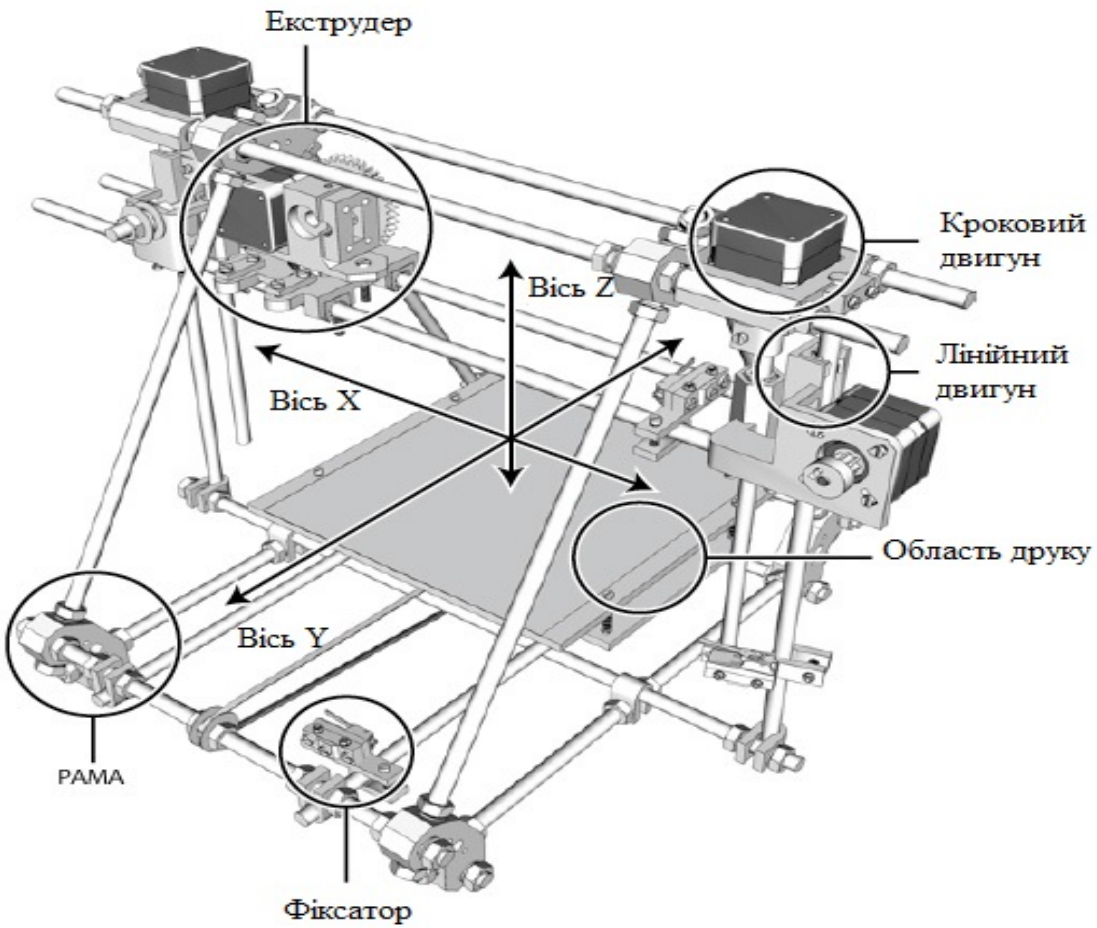
Задачею проекту є побудова твердотільної моделі принтера відповідно до прототипу, взятого з сайту GrabCad.

Об’єкт дослідження: 3D-принтер однієї з найпоширеніших моделей, побудований в відповідності з прототипом.

Предмет дослідження: вплив НДС 3D-принтера на точність відтворення трьохмірних об’єктів різної складності.



Конструкція 3D- принтера

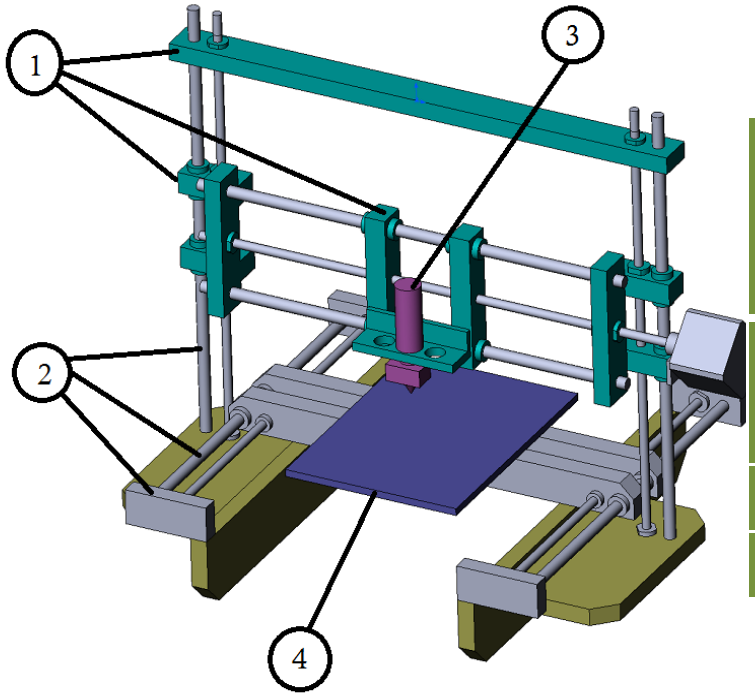


CAD-модель

Вибраний програмний комплекс для проектування SolidWorks 2011

Вихідні дані: прототип 3D-принтера, взятий з сайту GrabCad

Створена модель 3D-принтера складається з декількох деталей для завдання матеріалу.

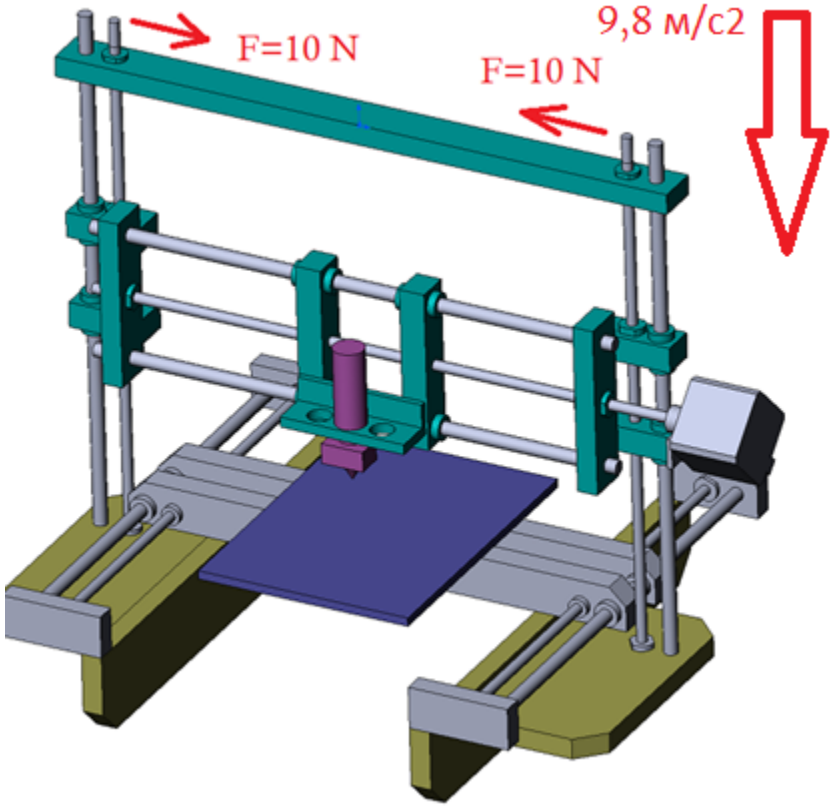


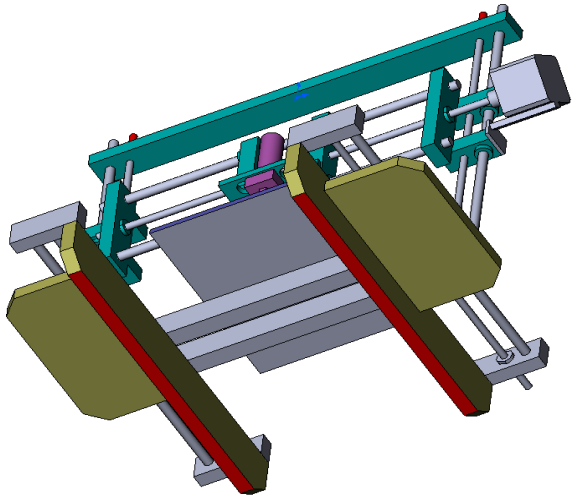
Поз	Матеріал	Модуль пружності, МПа	Коеф. Пуассона	Щільність, кг/м3	Межа міцності, МПа
1	ABS-пластик	5 000	0,45	1050	50
2	Сталь	200 000	0,3	7800	240
3, 4	Алюміній	70 000	0,33	2770	228

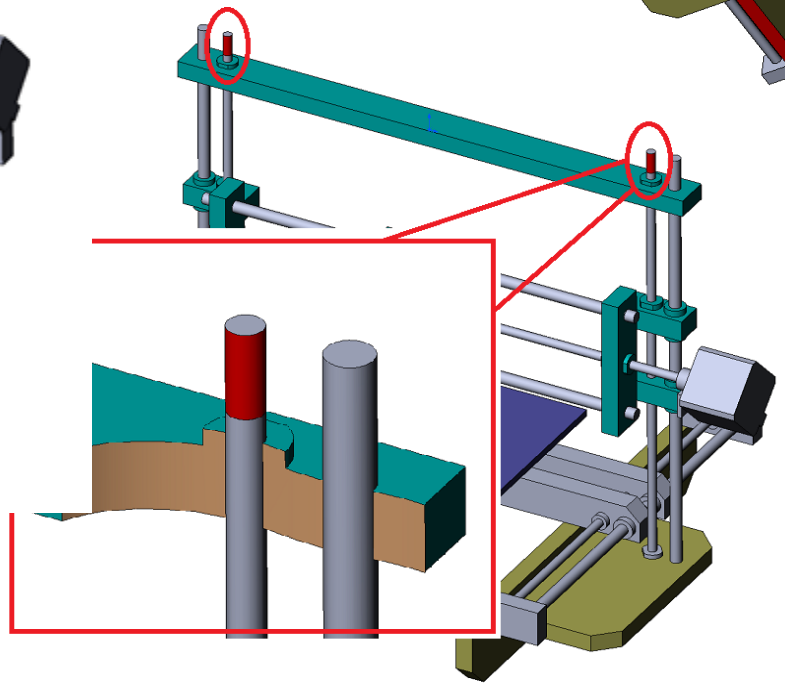
Постановка задачі

Навантаження – пасова передача та сила тяжіння

Закріплення – нижня поверхня рами







Теорія МСЕ

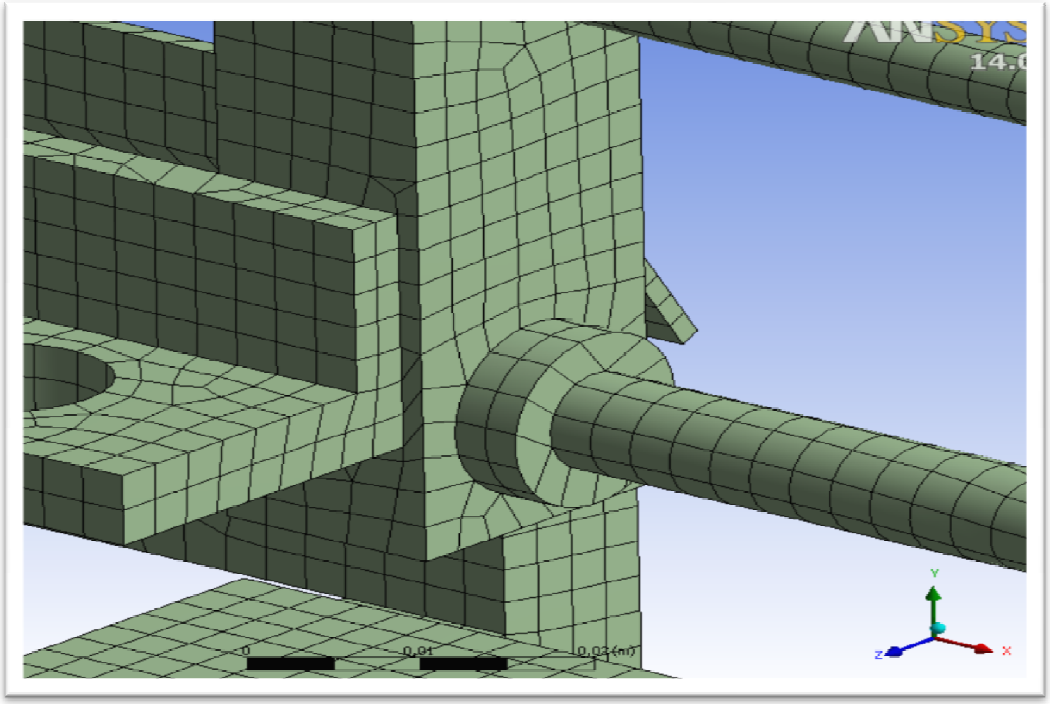
Основне розв’язуюче рівняння МСЕ

$$[K] \cdot \{U\} = \{F\}$$

[K] – матриця жорсткості;
{U} – вузлові переміщення;
{F} – вузлові сили.

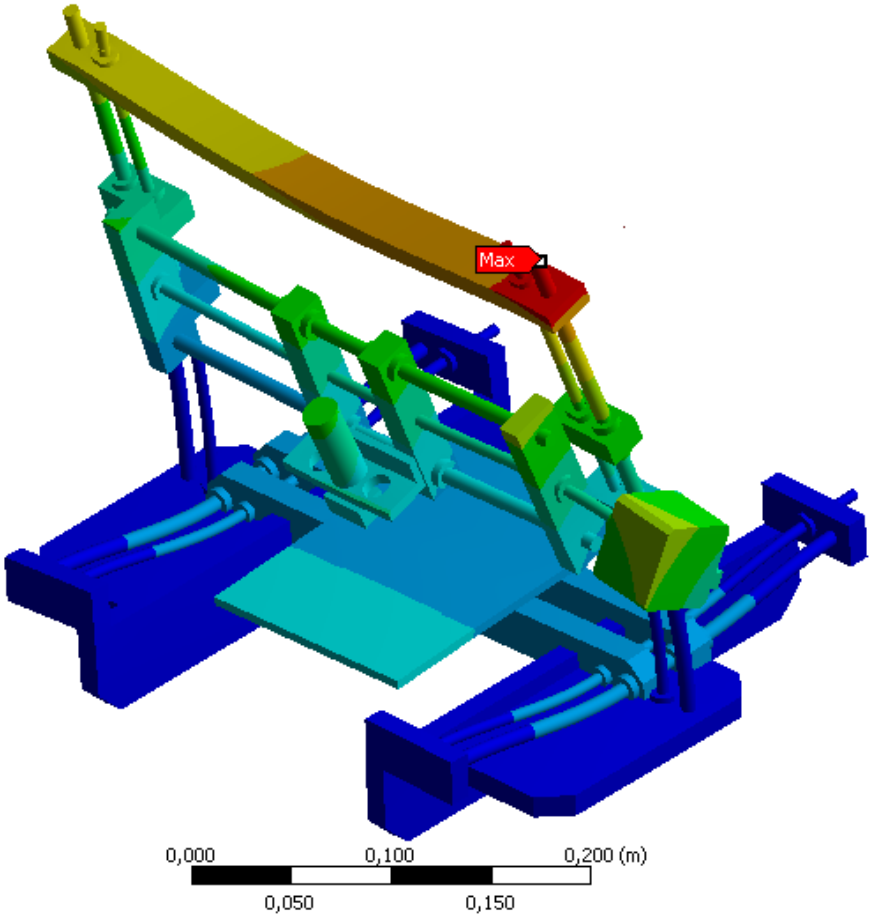
РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ

Модель з елементами гексаедрами (HexDominantmethod) з розміром елемента 2,5 мм

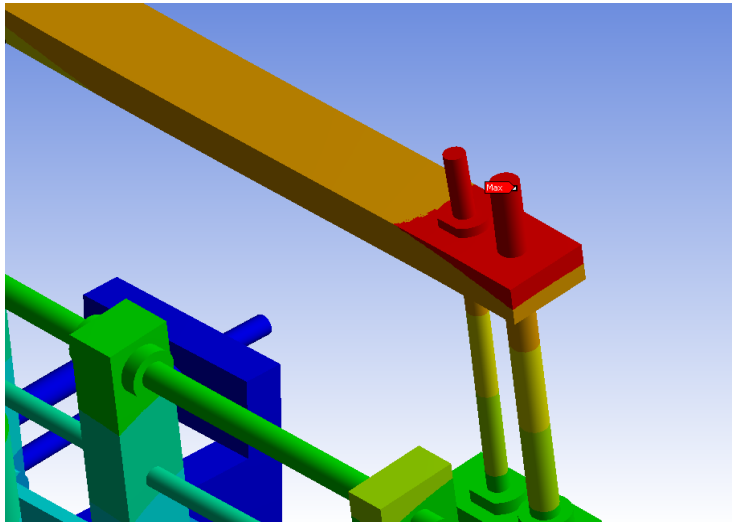


Отримані результати

Загальні переміщення

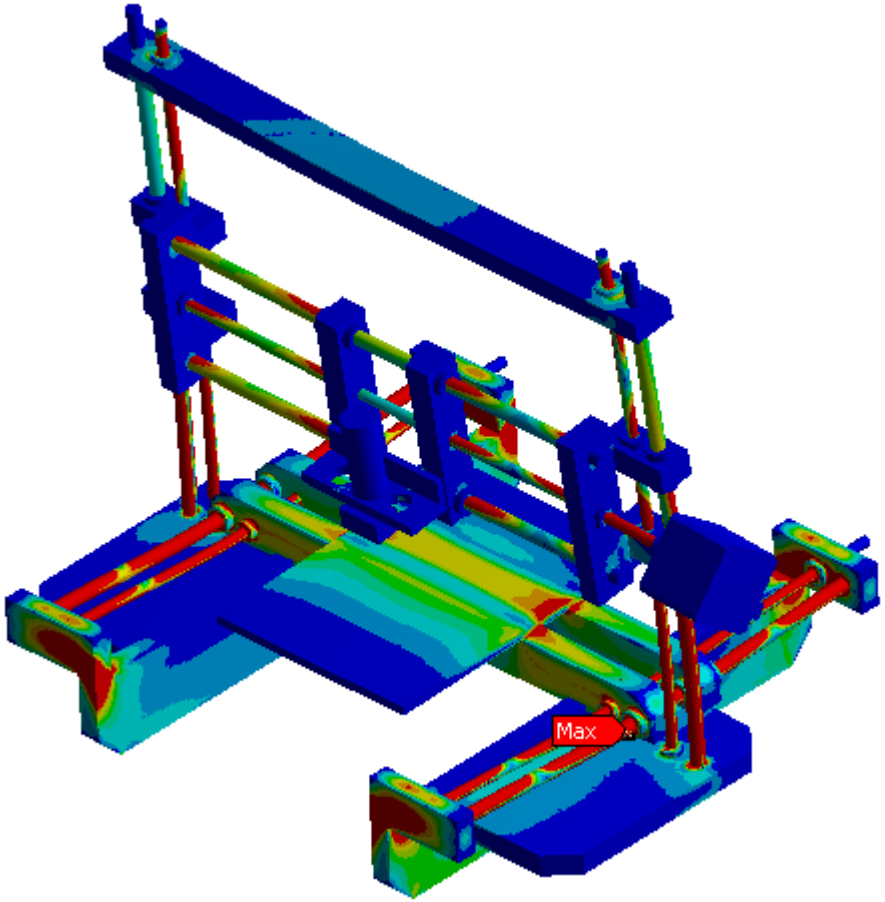


Максимальні переміщення
0,11 мм

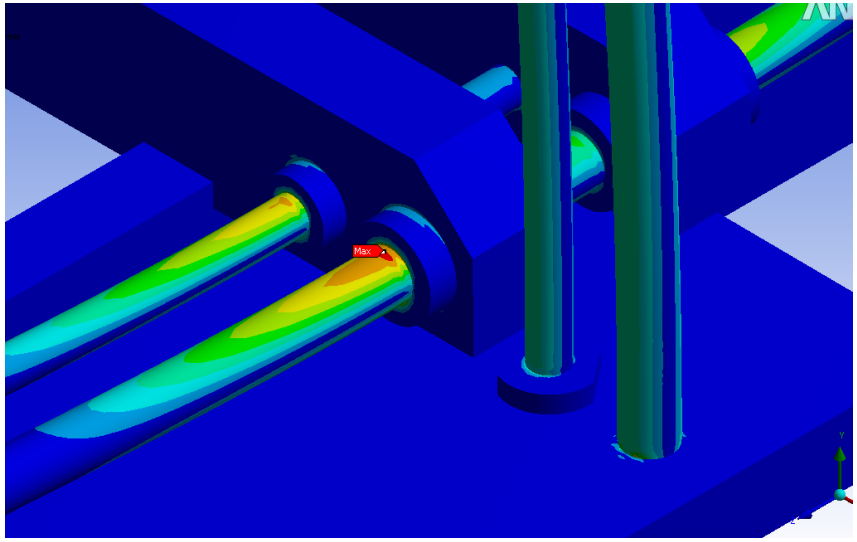


Отримані результати

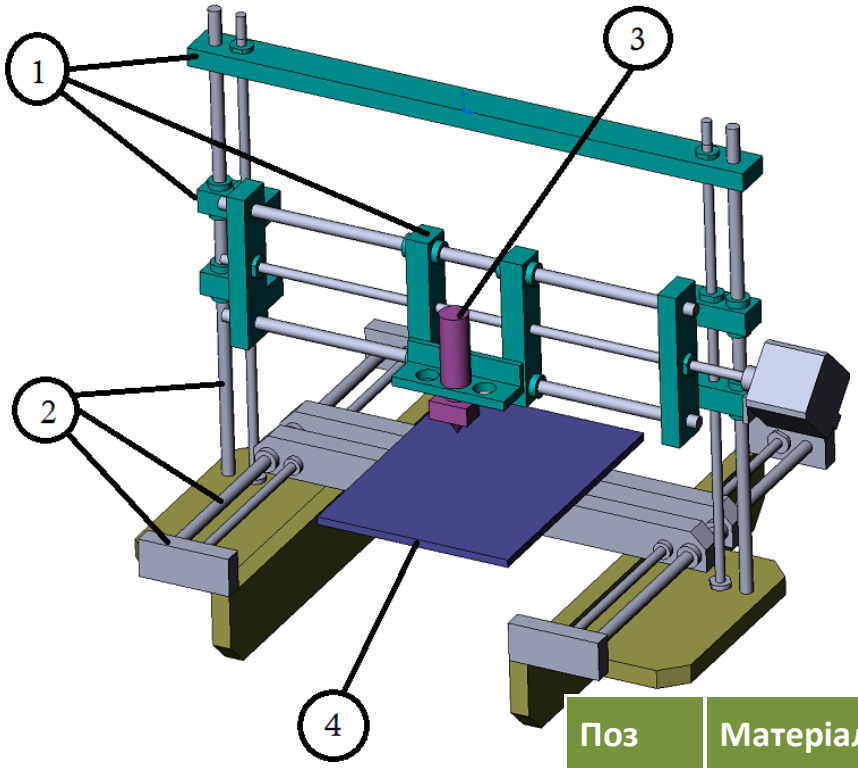
Загальні напруження



Максимальні напруження
6,1 МПа



Запас міцності



Поз	Матеріал	Діючі напруження, МПа	Межа міцності, МПа	Запас міцності
1	ABS-пластик	0,9	50	50
2	Сталь 3	6	240	40
3, 4	Алюміній 6061	0,5	228	456

Збіжність сітки та отримані результати

Тип елементів	Гексаедри		%
Розмір елемента, мм	2,5	1,25	
Кількість елементів, млн	0,14	1	
Кількість вузлів, млн	0,62	4,3	
Максимальні напруження, МПа	6,1	6,4	5
Максимальні переміщення, мм	0,11	0,11	0
Час розрахунку, хв	5	50	

Економічний ефект

№ п/п	Найменування статті витрат	Сума, грн
1	Вартість матеріалів та напівфабрикатів	133
2	Транспортно-заготівельні витрати	19,95
3	Основна заробітна плата	7840
4	Додаткова заробітна плата	1176
5	Відрахування на соціальні заходи	3381
6	Амортизація	1355
7	Загальновиробничі витрати	2352
8	Виробнича собівартість	16257,35
9	Адміністративні витрати	1568
10	Прибуток (10% від суми пунктів 8,9)	1782,54
11	Повна собівартість	19607,89

Охорона праці

Аудиторія відноситься до класу нормальних, тому що в ній відсутні ознаки властиві жарким приміщенням, курним з хімічно активним середовищем.

Коефіцієнт природної освітленості (для умов міста Харків) розраховується за формулою:

$$e_N = e_н \cdot m_N$$

$$e_2 = 1,5 \cdot 0,9 = 1,35\%$$

Площа віконних перерізів розраховується за формулою:

$$S_{пр} = \frac{e_2 \cdot \eta_B \cdot S_п \cdot K_б \cdot K_з}{100 \cdot \tau_B \cdot r_1} = \frac{1,35 \cdot 15 \cdot 105 \cdot 1 \cdot 1,2}{100 \cdot 0,8 \cdot 1,3} = 18,23$$

Приміщення, в якому знаходиться кафедра, відноситься до категорії В пожаронебезпечності, так як характеризується наявністю твердих пальних речовин і матеріалів згідно з НАПБ Б.03.002-2007

Цивільний захист

Цивільний захист – це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період.

У даному розділі дипломного проекту розглядається питання: «Основи проведення рятівних та інших невідкладних робіт (РІНР) у надзвичайних ситуаціях». Актуальність розглянутої теми викликана тим, що з розвитком нових технологій і створенням передової техніки зростає і кількість факторів, які викликають надзвичайні ситуації.

Висновок

В результаті виконання завдання було побудовано твердотільну модель 3D-принтера в програмному комплексі SolidWorks 2011 за прототипом, створено розрахункову модель, яка складається з різних матеріалів та розраховано НДС. Результати числового значення напружень з різними розмірами сітки відрізняються один від одного в межах 5%, що свідчить про правильне проведення розрахунків.

Дякую за увагу