

**екструзійного преса з
стабілізованою
швидкістю бруса для
виробництва
будівельної кераміки**

**Виконала студ. М- 60 Таран Т. І.
Керівник – д.т.н., проф. Крот О.Ю.**

9 грудня 2017 року вступив в силу наказ «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Про безпеку та захист працівників від шкідливого впливу азбесту і матеріалів і виробів, що містять азбест»». Виробництво шиферу на основі азбесту в Україні більше немає 😞



Міністерство або не розуміє різницю між **хризотілом** і **амфіболом**, або ...

Ну, гаразд, розглянемо альтернативи!

Традиційним альтернативним покрівельним виробом є керамічна черепиця



Найбільш поширена глиняна черепиця виготовляється з пластичних легкоплавких глин. Черепицю виробляють методами екструзійного формування та штампування (з заготовок, виконаних методом екструзійного формування).

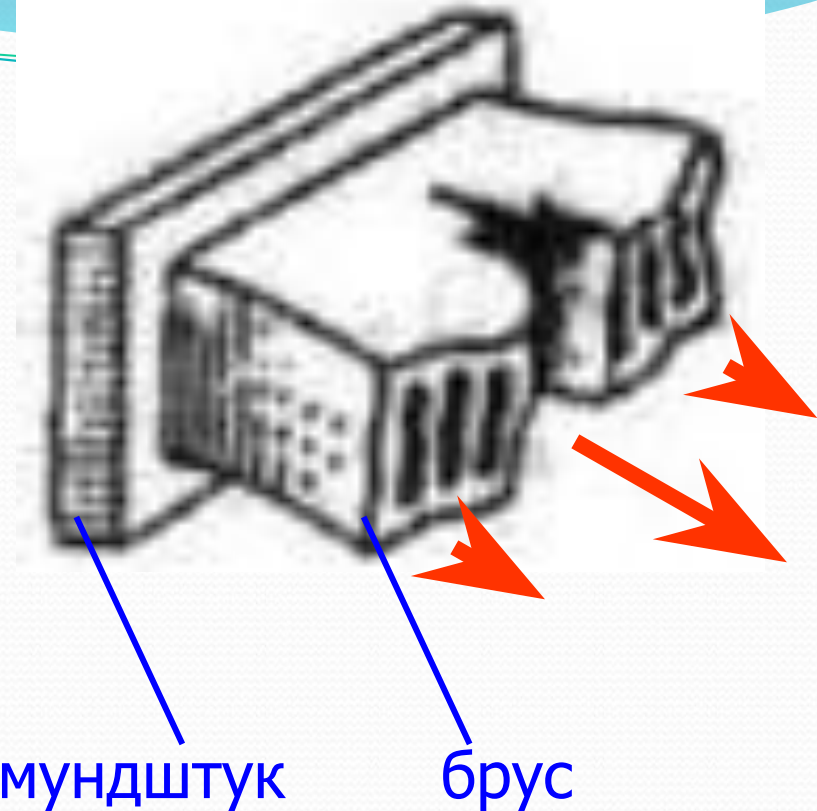
Процес виробництва керамічної черепиці:

- підготовка глиняної суміші (шихти),
- формування виробів (пластичне пресування на стрічковому пресі, або штампування),
- сушка; обпал при температурі 1000 °С.

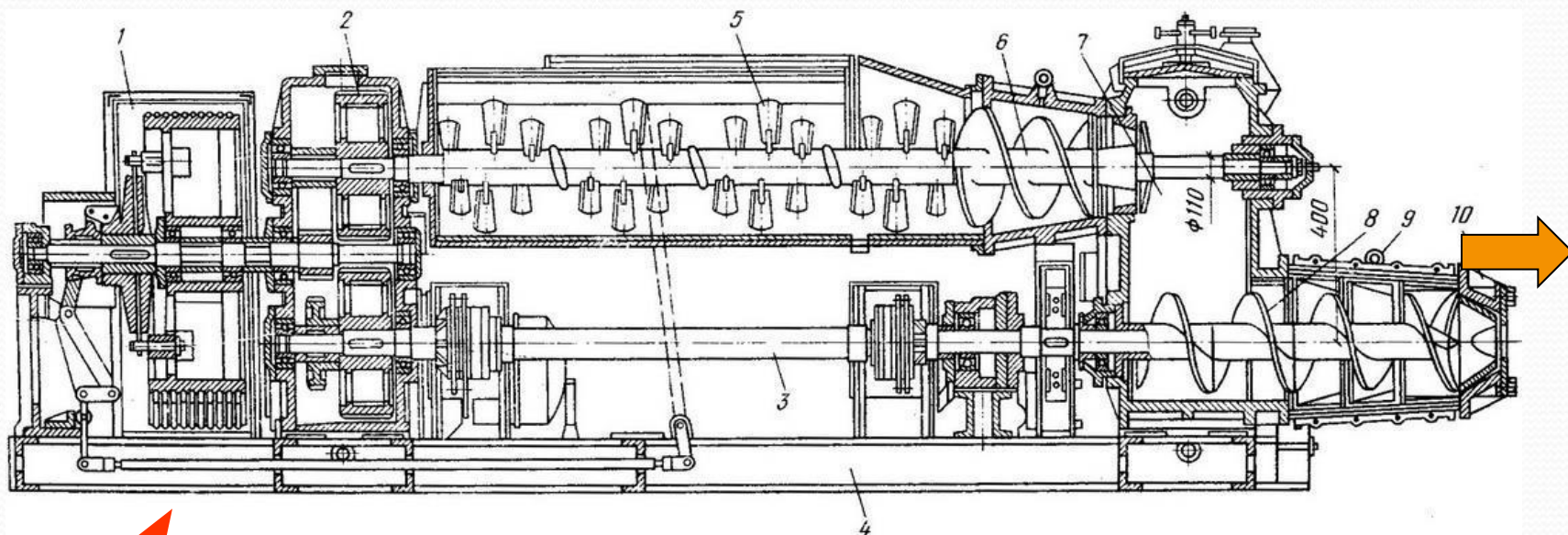
Суттєвою **проблемою процесу формування** є нерівномірність опорів (сопротивлений – рус.) тертя глини об поверхню мундштука (центральні частини бруса мають менше перешкод у вигляді сил тертя, ніж периферійні частини). Через це брус роздвоюється. Чим менш пластична глина, тим це помітніше.



Мета дослідження – запропонувати дієвий спосіб та пристрій для вирівнювання швидкостей руху фрагментів глиняного бруса пластичного стрічкового пресування для зменшення виникаючих напружень у виробі і покращення його якості.



Задача дослідження: з використанням САПР створити 3D-модель бруса при формуванні черепиці екструзійним методом; експортувати 3D-модель у систему аналізу потоків; провести дослідження на моделі з метою визначення раціональної форми гальмівного елемента; запропонувати критерій оцінки рівномірності руху потоку.

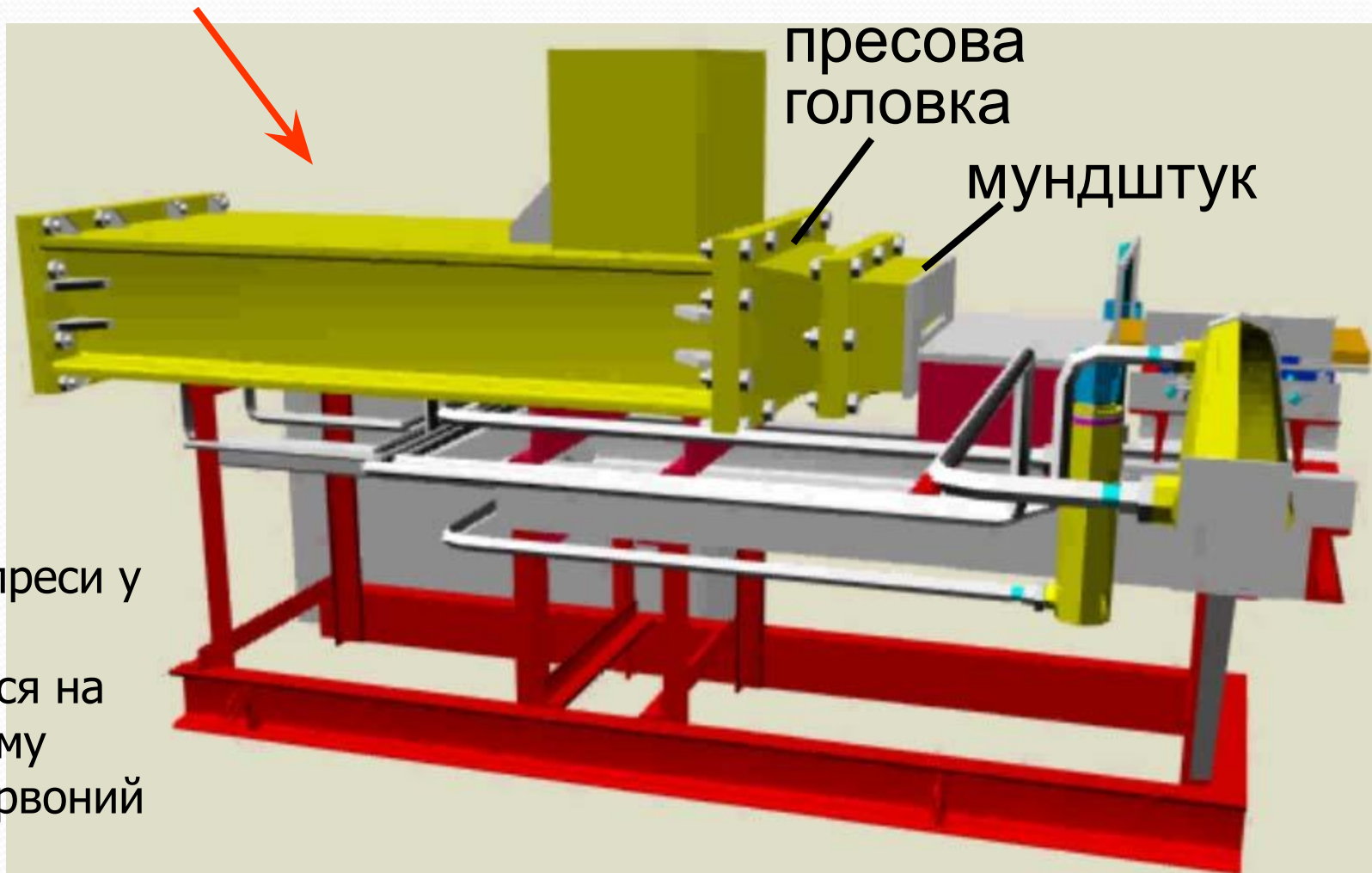


Традиційними стрічковими пресами є або **шнекові преси**, або **поршневі**

Стрічковий комбінований вакуумний прес СМ-443А

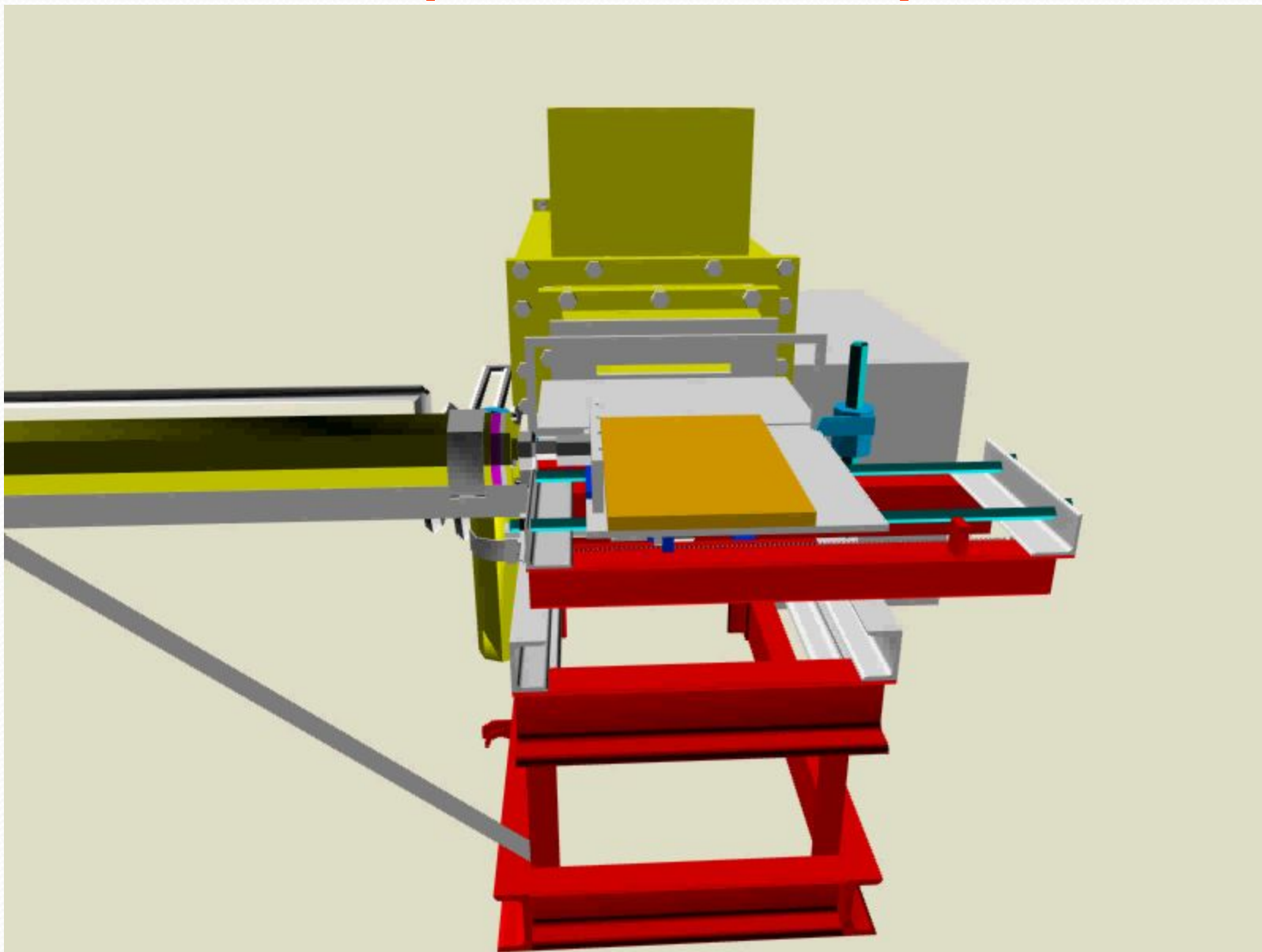
1 - коробка приводу; 2 - система передач; 3 - вал; 4 - станина; 5 - змішувач; 6 - верхній шнек; 7 - вакуум-камера; 8 - нижній шнек; 9 - циліндр; 10 - головка преса

Поршневий гідравлічний прес УСМ-31 (КРОК-8) для формування черепиці. Якість черепиці залежить в тому числі і від ефективної форми пресової головки та мундштука.



І ті, і інші преси у різні роки вироблялися на Харківському заводі «Червоний Жовтень»

Поршневый прес



Методика моделювання

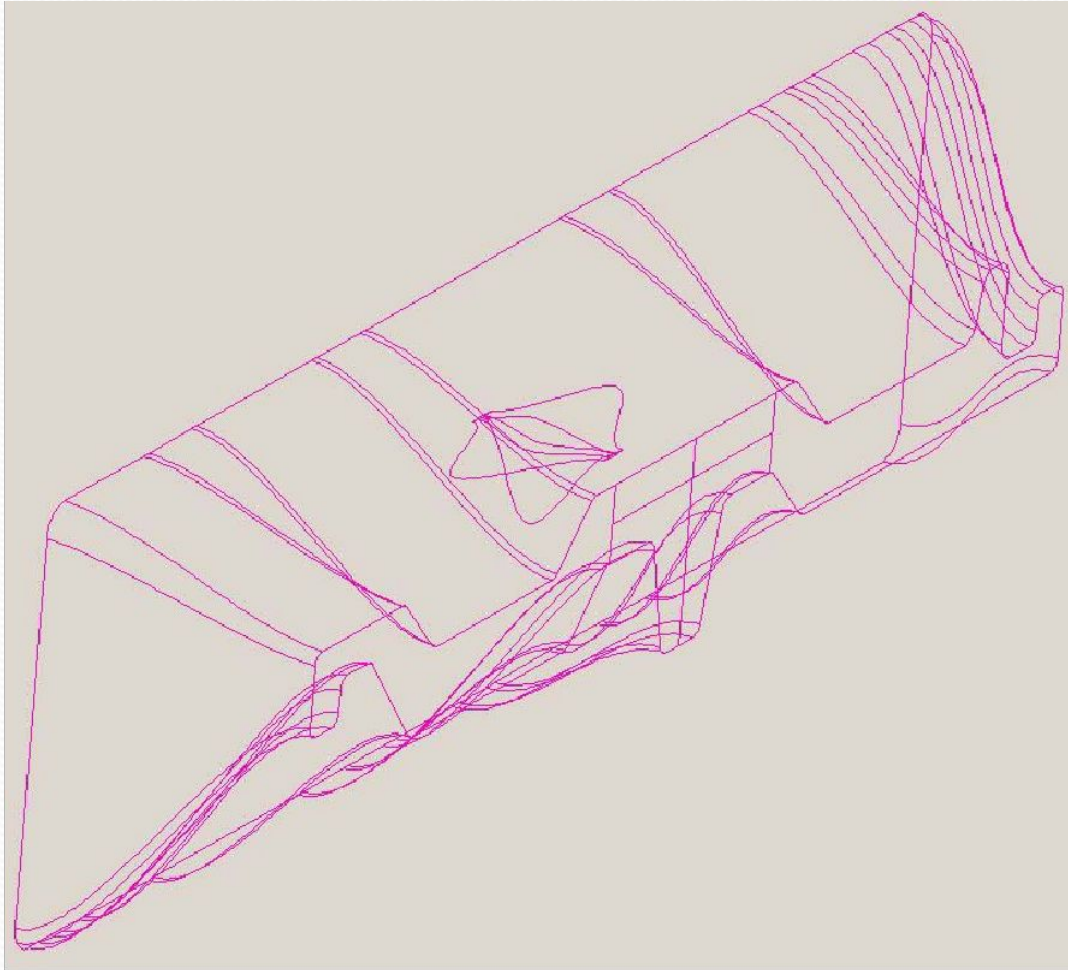


Рисунок 3 – 3D-модель мундштука, створена у САПР

На рис. 3 –
приклад
моделювання
глини у порожнині
мундштука для
екструзійної
черепиці.

Геометричною
моделлю є об'єм,
заповнений
середовищем.

(конструкційні
металеві
елементи
мундштука не є
частиною моделі)

Відповідно до методу скінченних елементів, весь досліджуваний простір розбивається на певну кількість елементарних ділянок (рис. 4), в кожній з яких відповідно до обраної моделі, властивостей речовини, початкових умов та ін.

розраховується стан.

До характеристик стану кожного елемента відносяться тиск, швидкість (в обидва напрямки), концентрація, щільність, температура та ін.

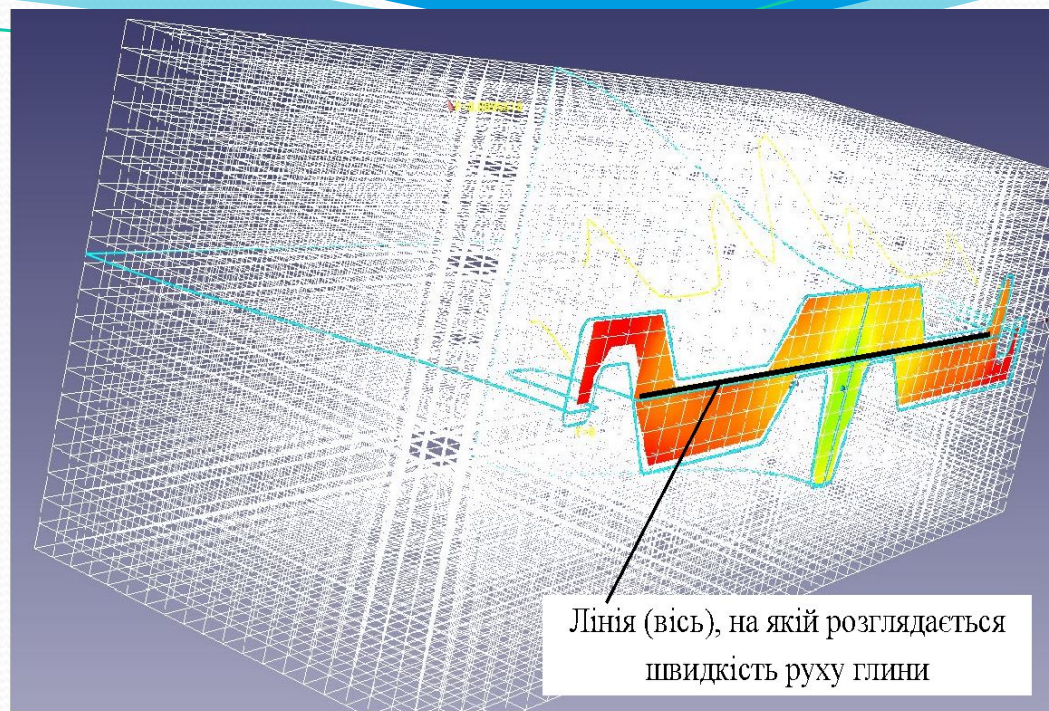


Рисунок 4 – Розбивання моделі на кінцеві елементи

параметрами: молекулярний вага – 280,9 г/моль, густина – 2000 кг/м³, молекулярна в'язкість – 0,0001082 мПа·с, тиск – 101325 Н/м², температура – 363,15 °С, теплопровідність – 0,6799 Вт/(м·К).

Модель заснована на рівнянні нерозривності (суцільності) потоку та рівнянні Нав'є-Стокса:

$$\frac{\partial \rho V}{\partial t} + \nabla(\rho V \times V) = -\nabla P + \nabla((\mu + \mu_t)(\nabla V + (\nabla V)^T)) + S, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho V) = 0, \quad (2)$$

- ∇ – оператор Гамільтона;

- тиск – P ;

де джерело S дорівнює:

$$S = (\rho - \rho_{hyd})g + \rho B + R.$$

- в'язкість – $\mu, \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$;

Тут: |

- турбулентна кінематична в'язкість – $\mu_t, \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$;

- густина – $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

- складові від сил обертання (Коріоліса і відцентрової) – $B, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$;

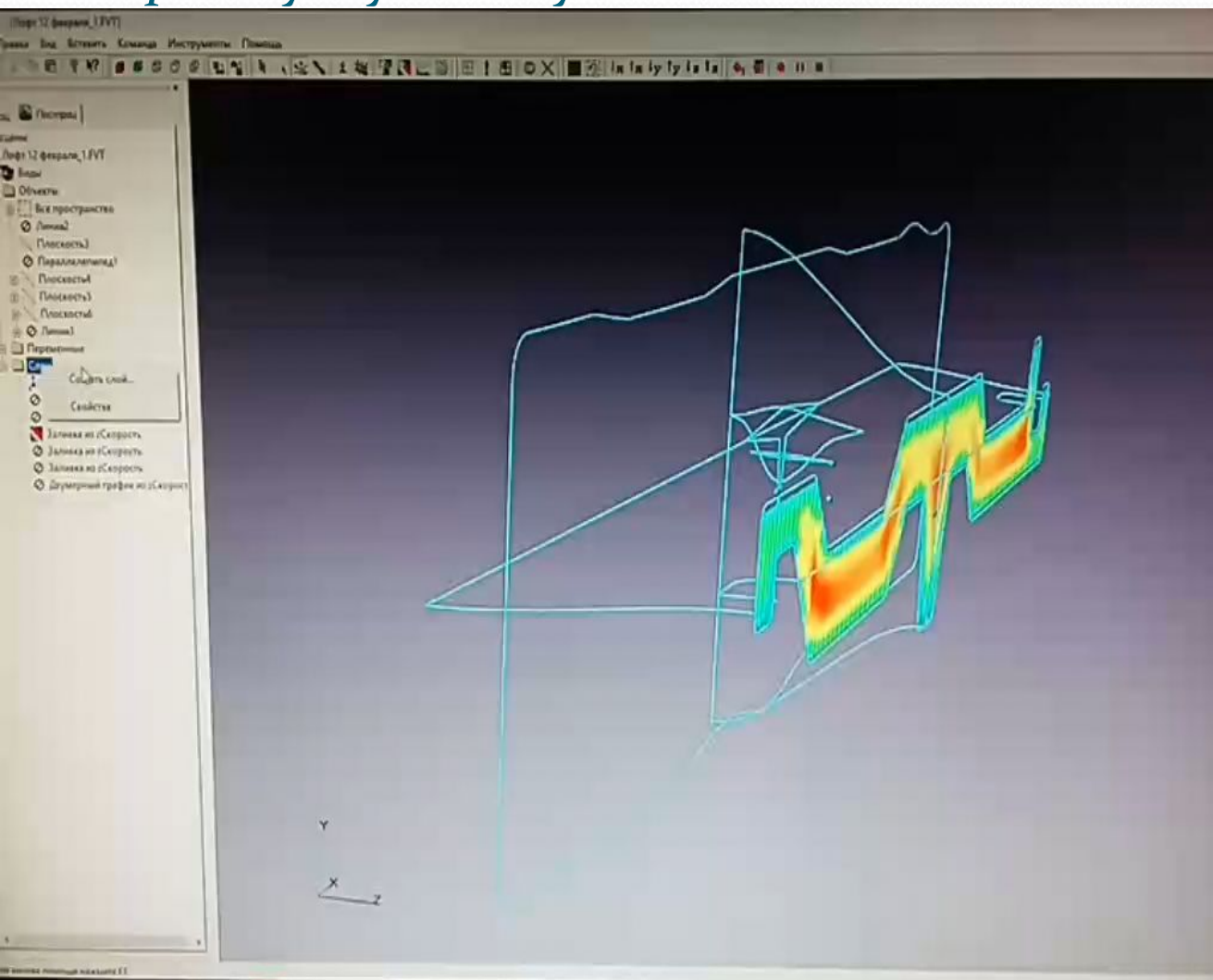
- швидкість – $V, \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

$$B = -2\omega \times V - \omega \times \omega \times r;$$

- кутова швидкість – $\omega, \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;

- радіус – $r, \text{м}$.

При моделюванні отримували інтерпретацію результатів у вигляді заливки різних параметрів (найбільш важливою для нас була швидкість) та графіки швидкостей в осьовому напрямку мундштука.



Крім того, дані ескпортували у табличний редактор з одержанням діаграм швидкостей.

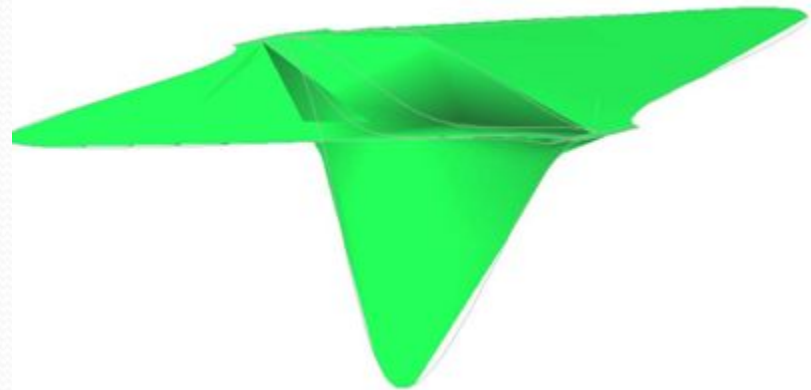
На відео – візуалізація руху глини (інструмент «вспышки») стрілками

Результат дослідження

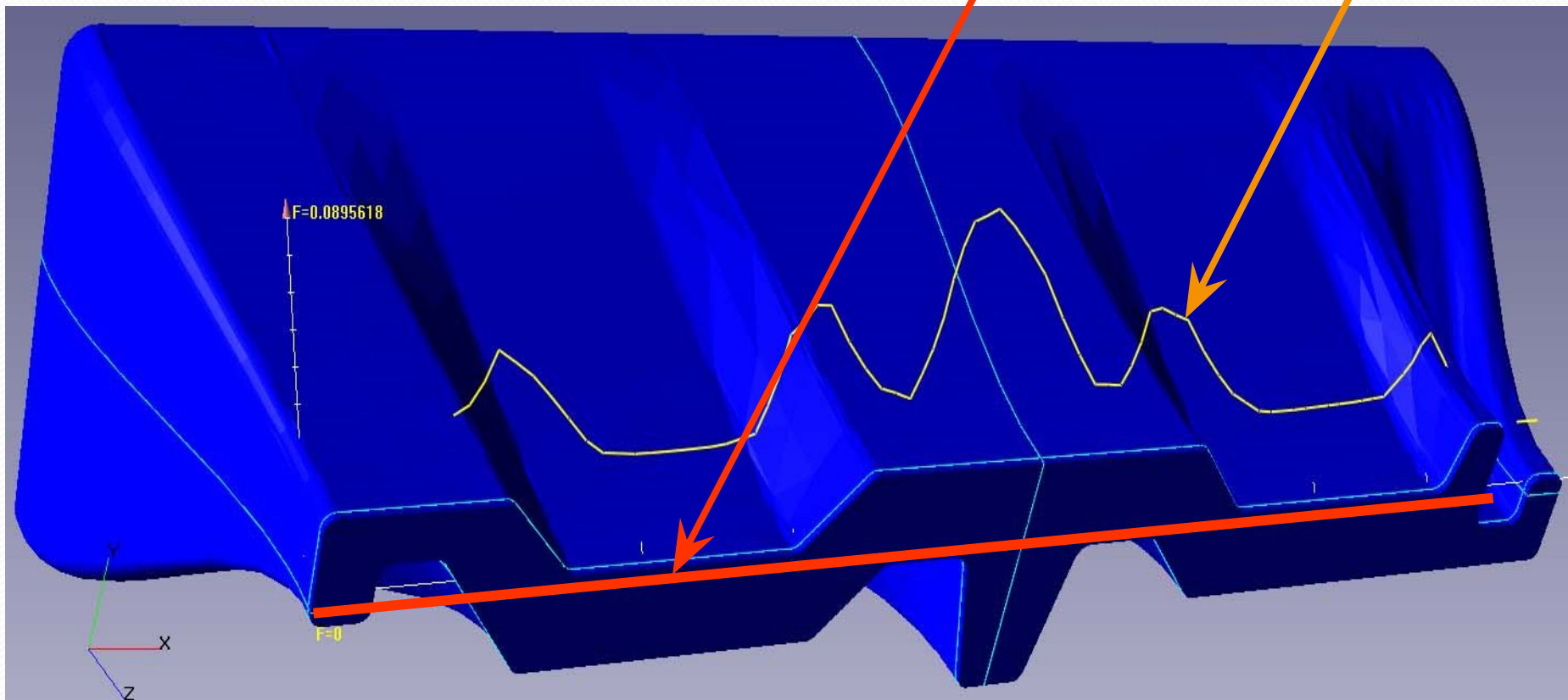
Запропоновано: Критерієм рівномірності поля швидкостей може бути **відношення між максимальною (м/с) та мінімальною швидкостями (м/с)**

Одним з способів корегування поля швидкостей є **застосування гальмівних елементів у ядрі течії**. Гальмівний елемент може бути будь-якої форми; він закріплюється на «спицях» на корпусі мундштука.

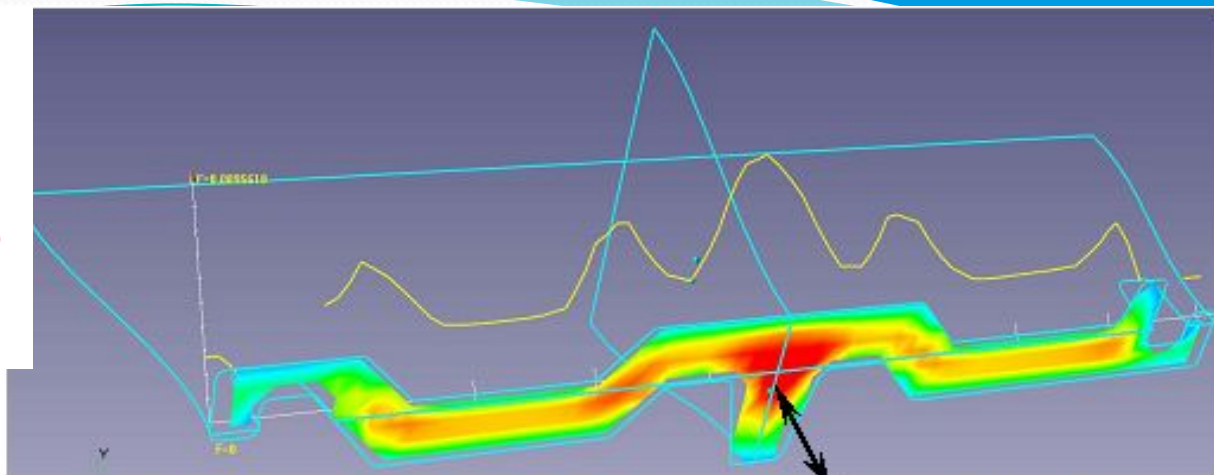
Його форма повинна забезпечити найменшу різницю швидкостей у вихідному перерізі. Обрана форма гальмівного елемента – обтічна **“форма літака”**. Завдяки застосуванню гальмівного елемента різниця у швидкостях значно зменшується (порівняння рис. 7 та рис. 5).



Візуалізація “двовірний графік швидкості”, побудований вздовж осі



Це варіант
без
гальмівного
елемента



Суттєве перевищення швидкості «ядра течії» над швидкостями інших частин перерізу бруса



Рисунок 5 – Модель мундштука та візуалізація "заливка швидкість" на виході

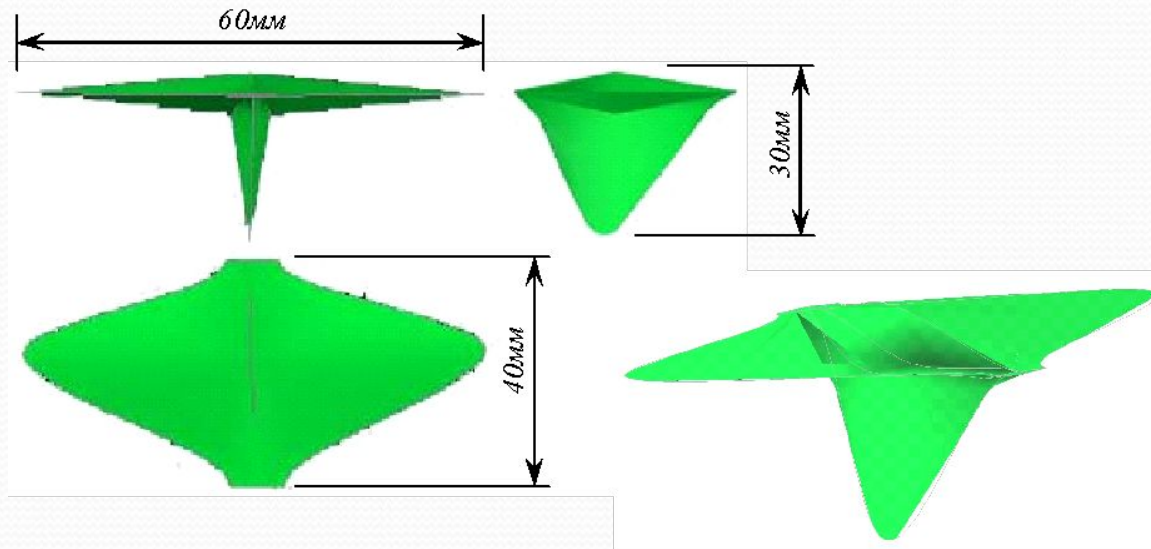
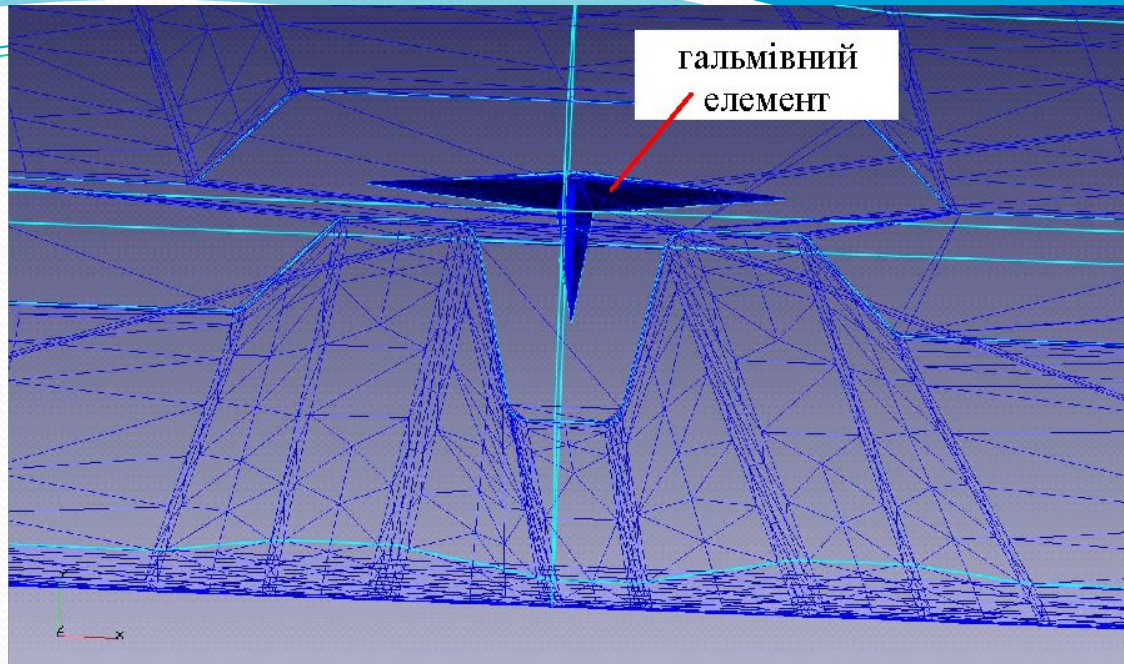


Рисунок 6 – Застосований гальмівний елемент, матеріал – сталь

Це варіант з гальмівним елементом!

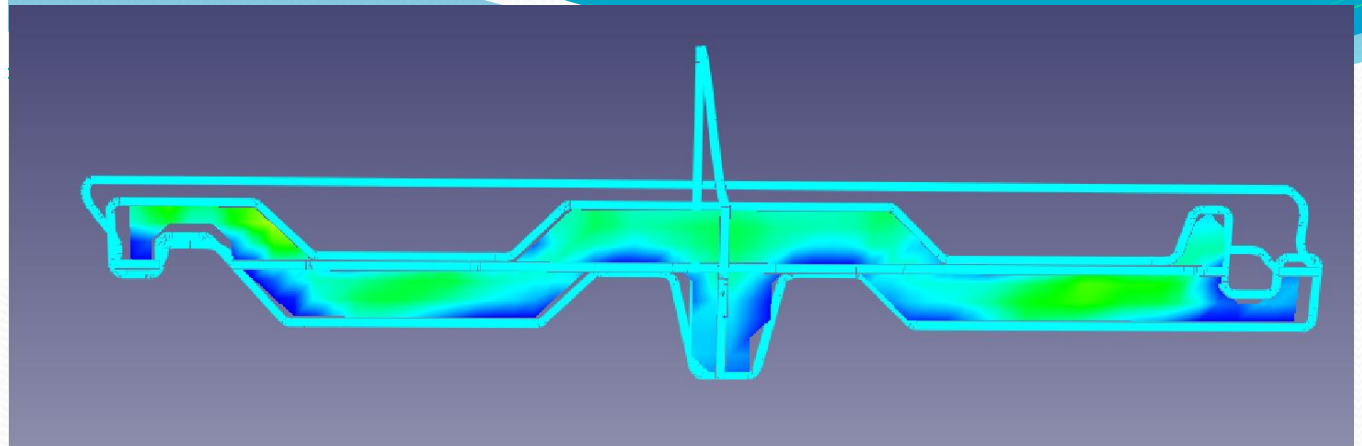


Рисунок 7 – Візуалізація "заливка швидкість" на виході при застосуванні гальмівного елемента в ядрі течії; рівномірність швидкостей значно краща, ніж у варіанті на рис. 5

Нами запропоновано критерій рівномірності швидкості - відношення максимального значення швидкості до середнього значення!!!

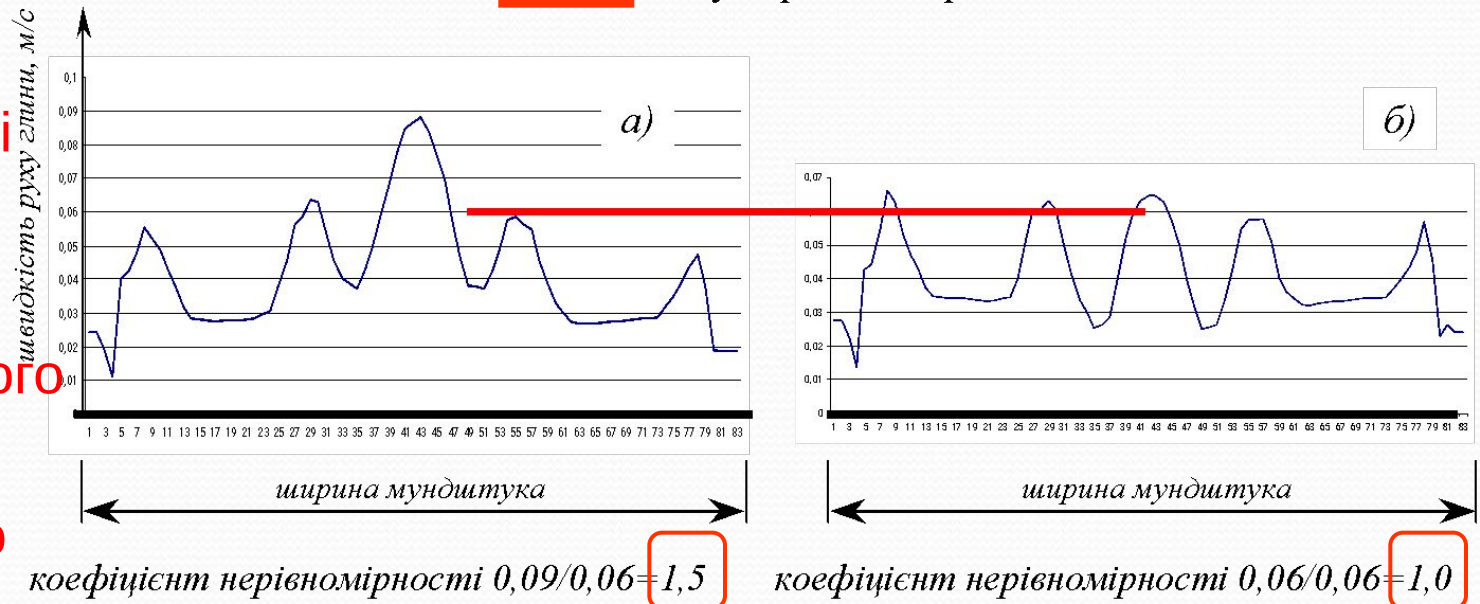
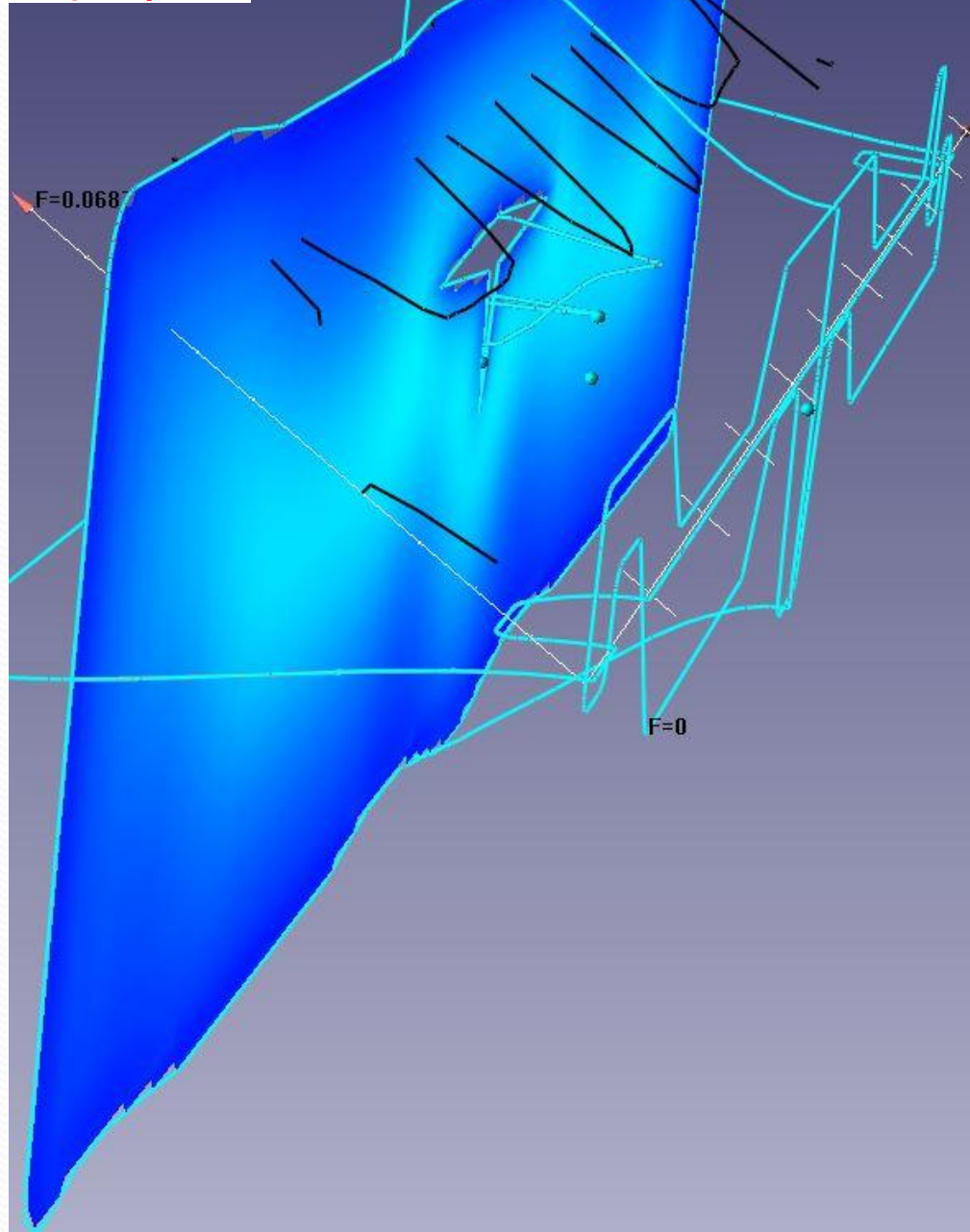
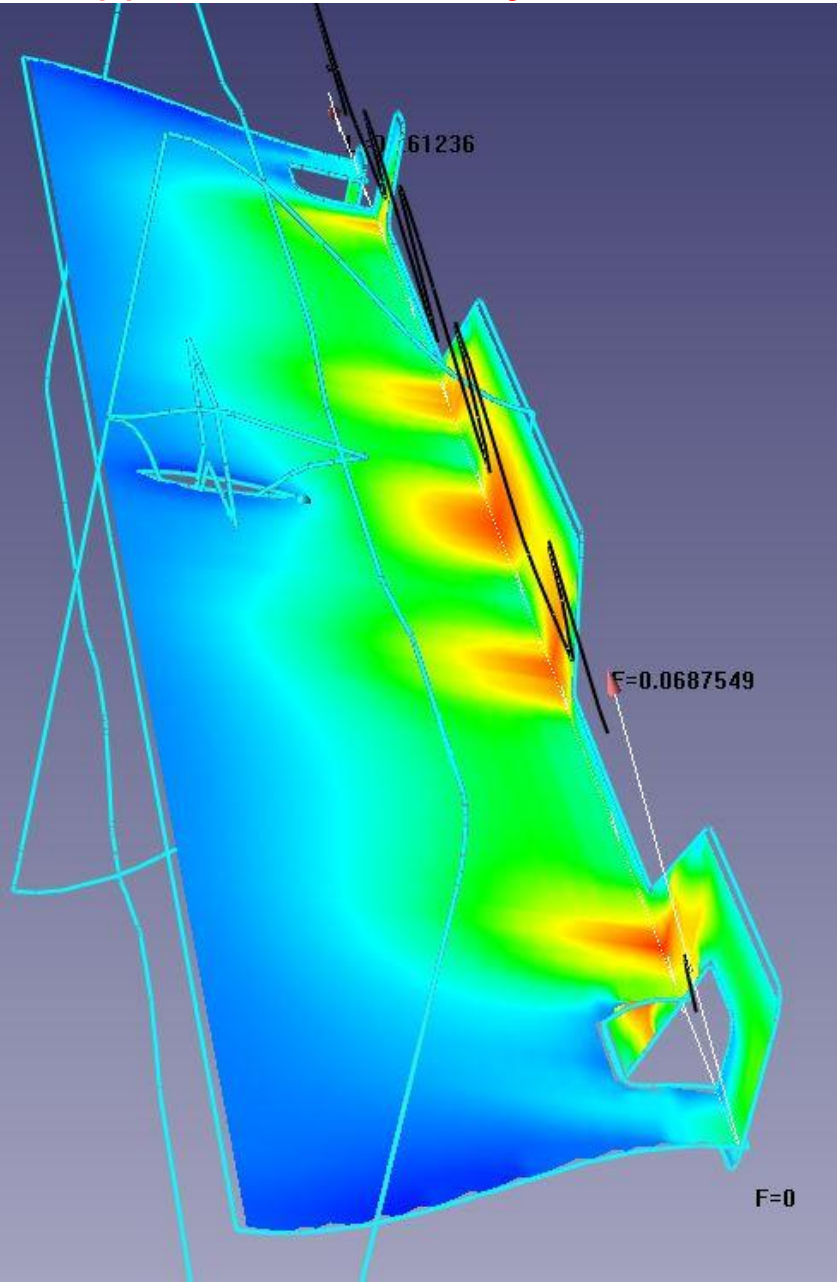
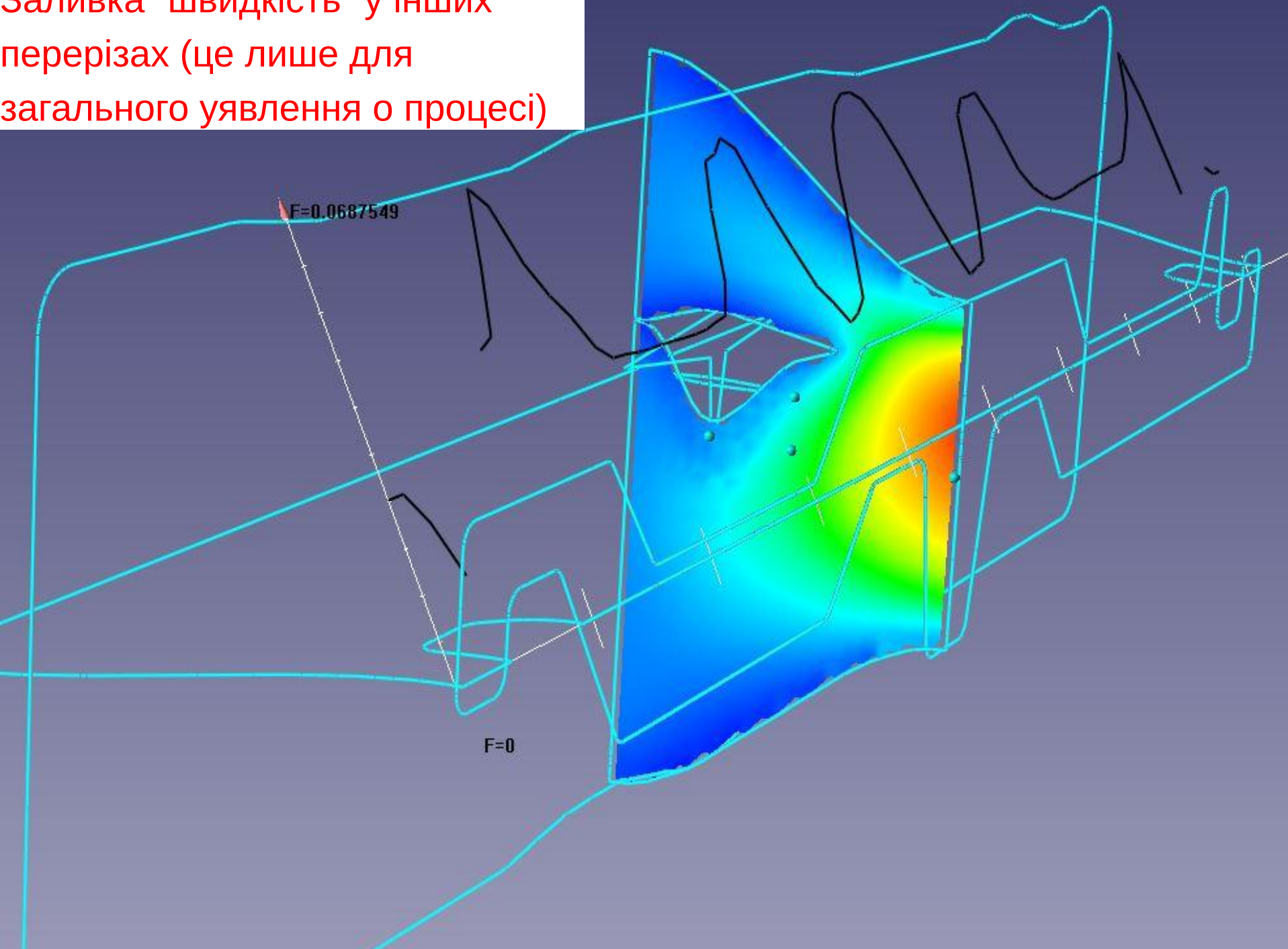


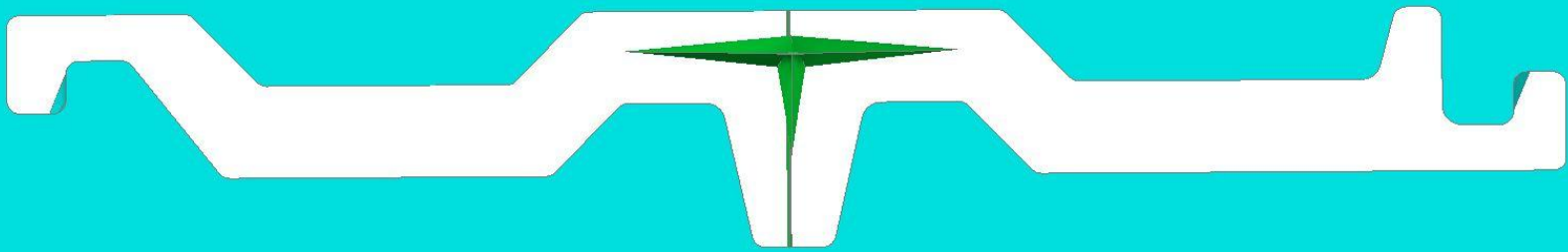
Рисунок 8 – Порівняння рівномірностей швидкостей для різних варіантів:
а) без гальмівного елемента; б) з гальмівним елементом

Заливка "швидкість" у інших перерізах (це лише для загального уявлення о процесі)



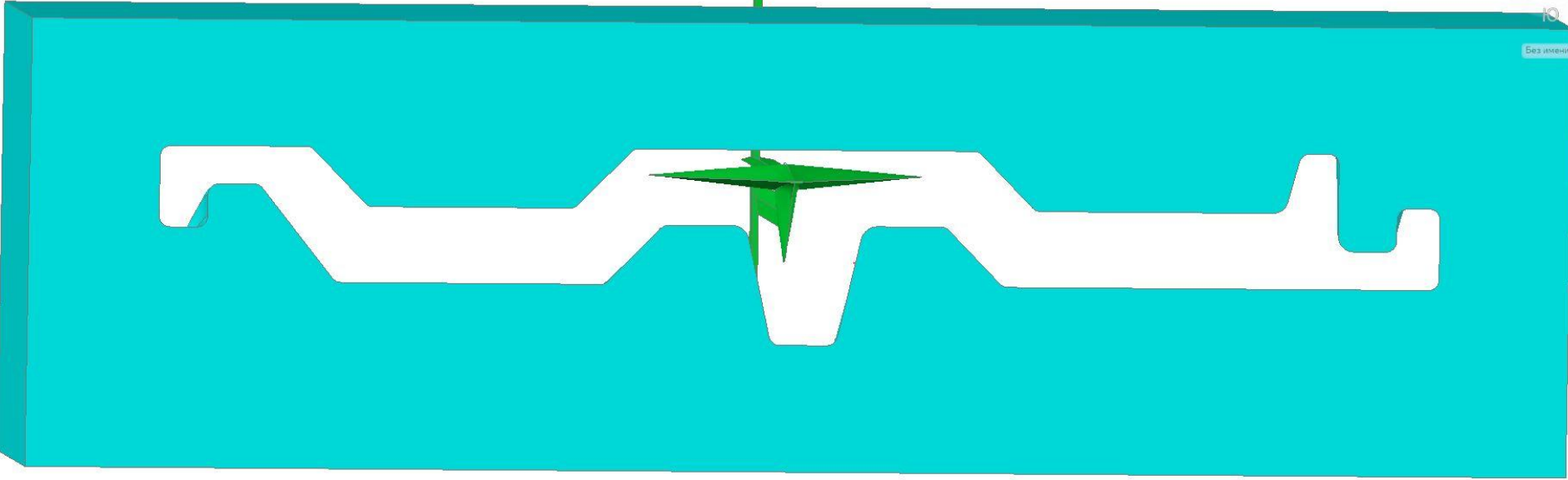
Заливка "швидкість" у інших
перерізах (це лише для
загального уявлення о процесі)

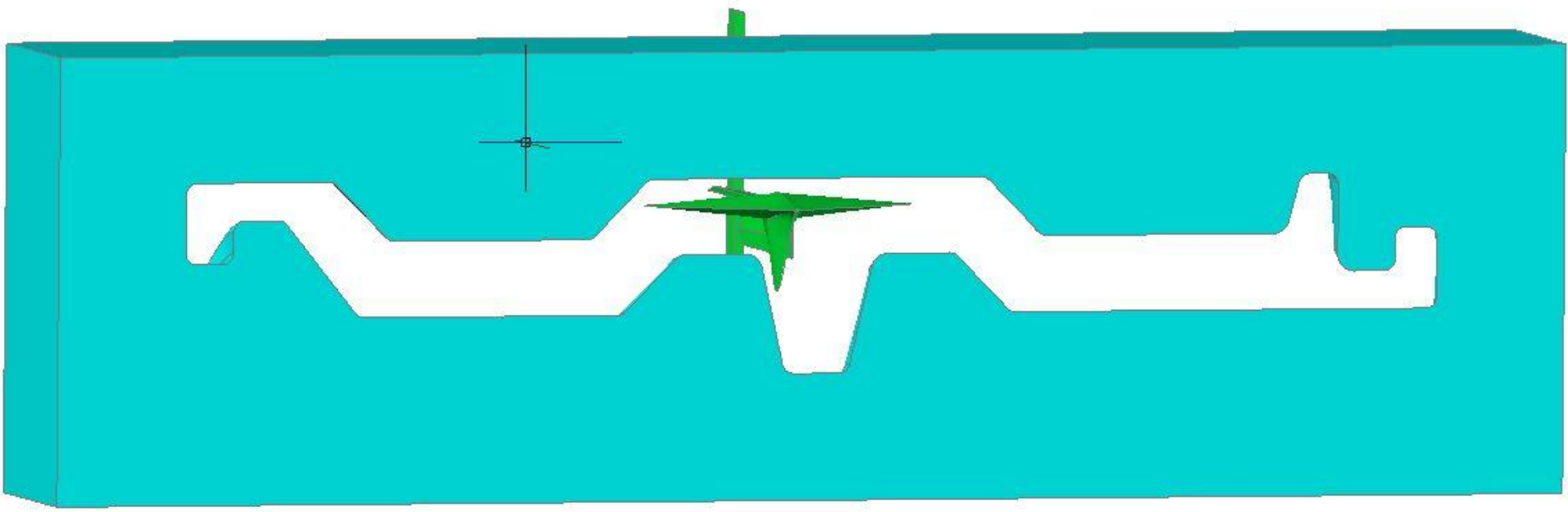


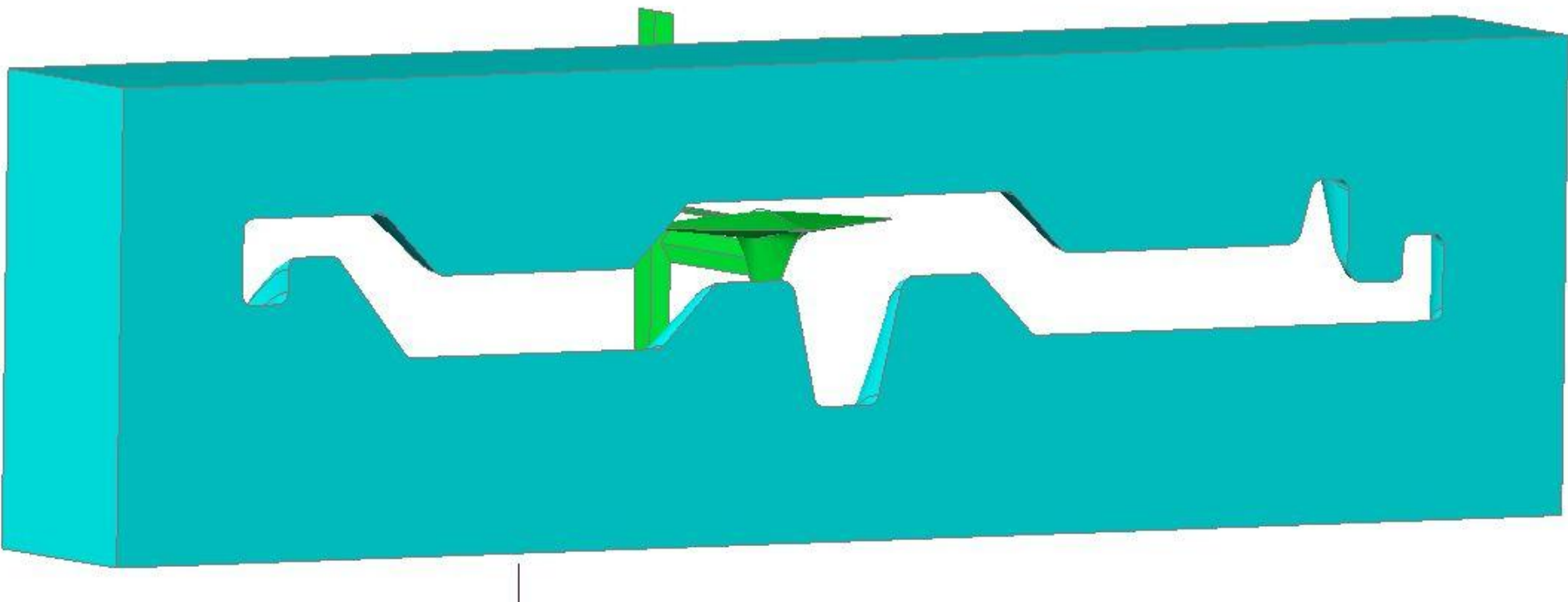


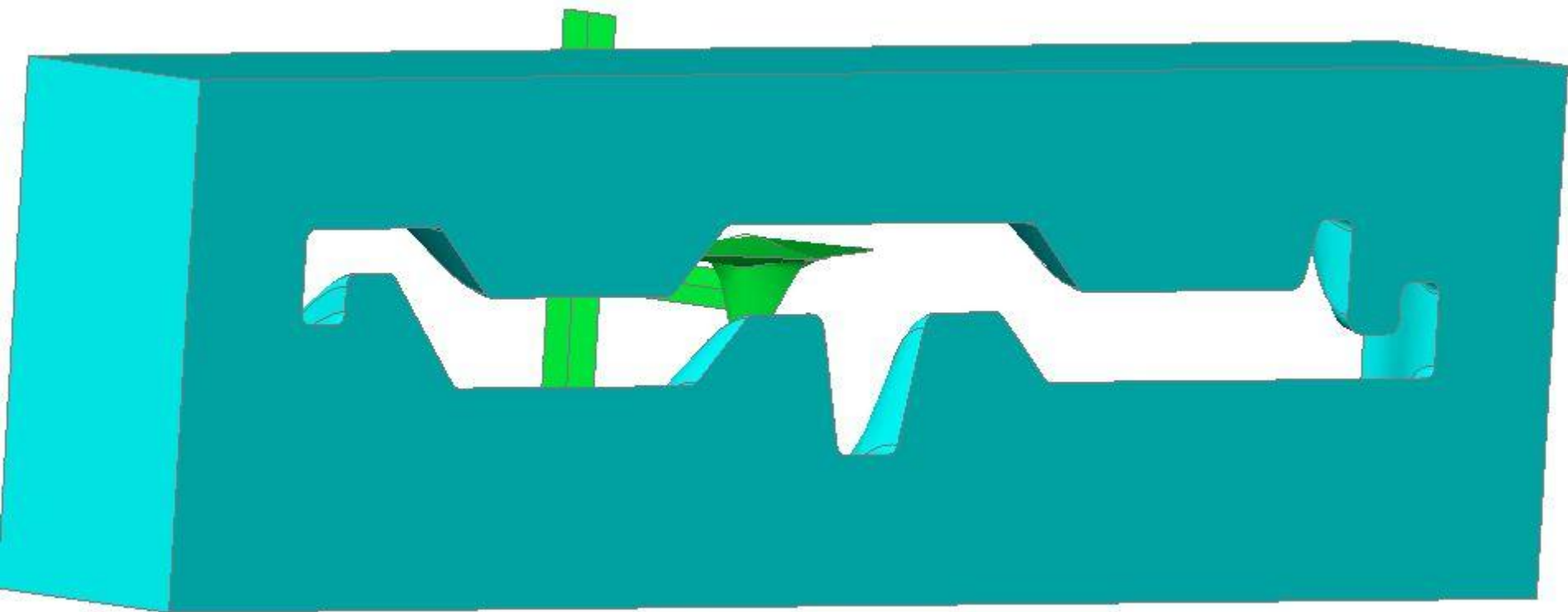
Блакитне - мундштук. Зроблений з поліетилену низького тиску.

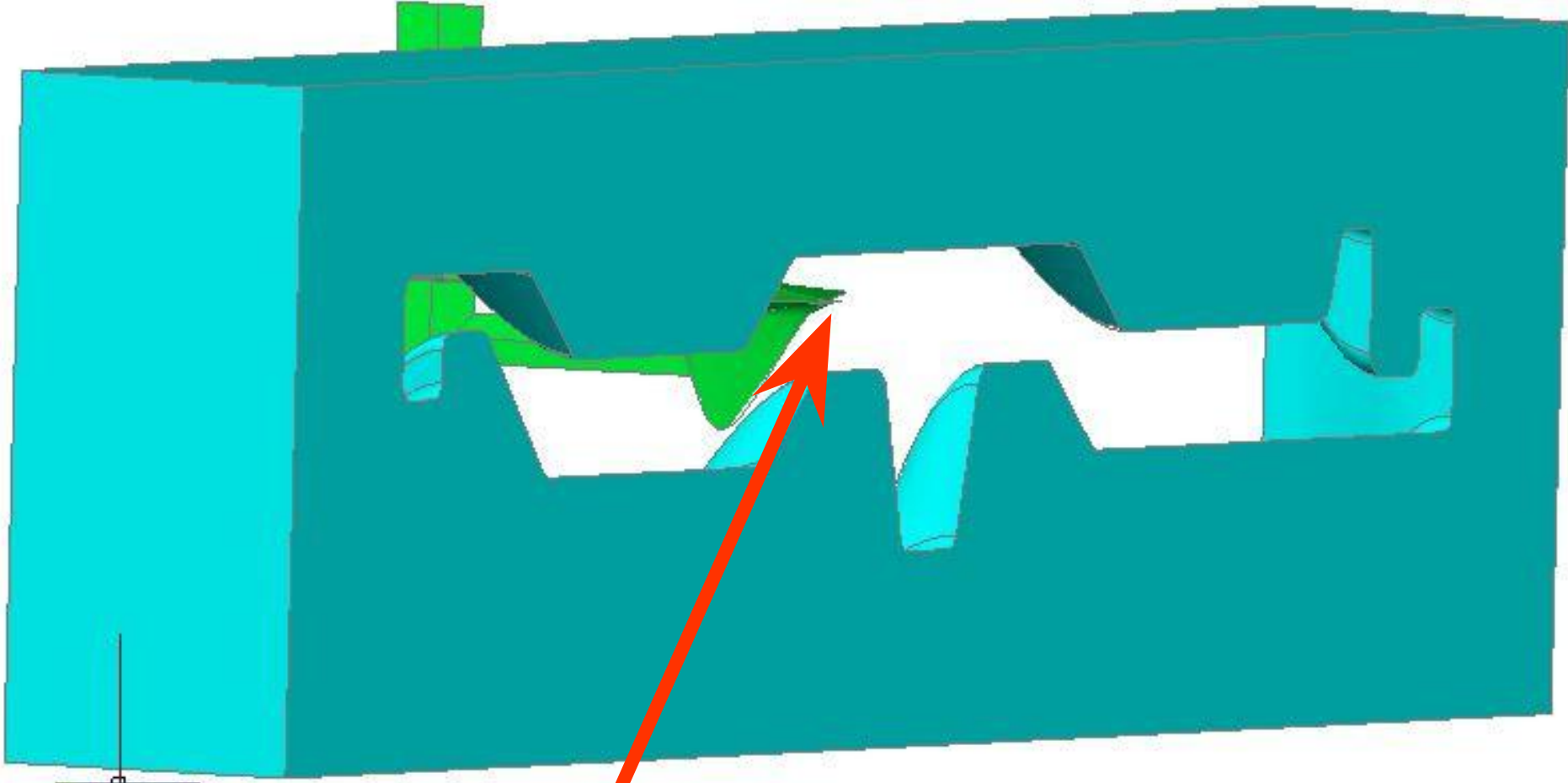
Зелене - гальмівний елемент, спиці і траверса, на яких цей гальмівний елемент тримається. Це все - сталь. Траверса кріпиться на голівці преса.



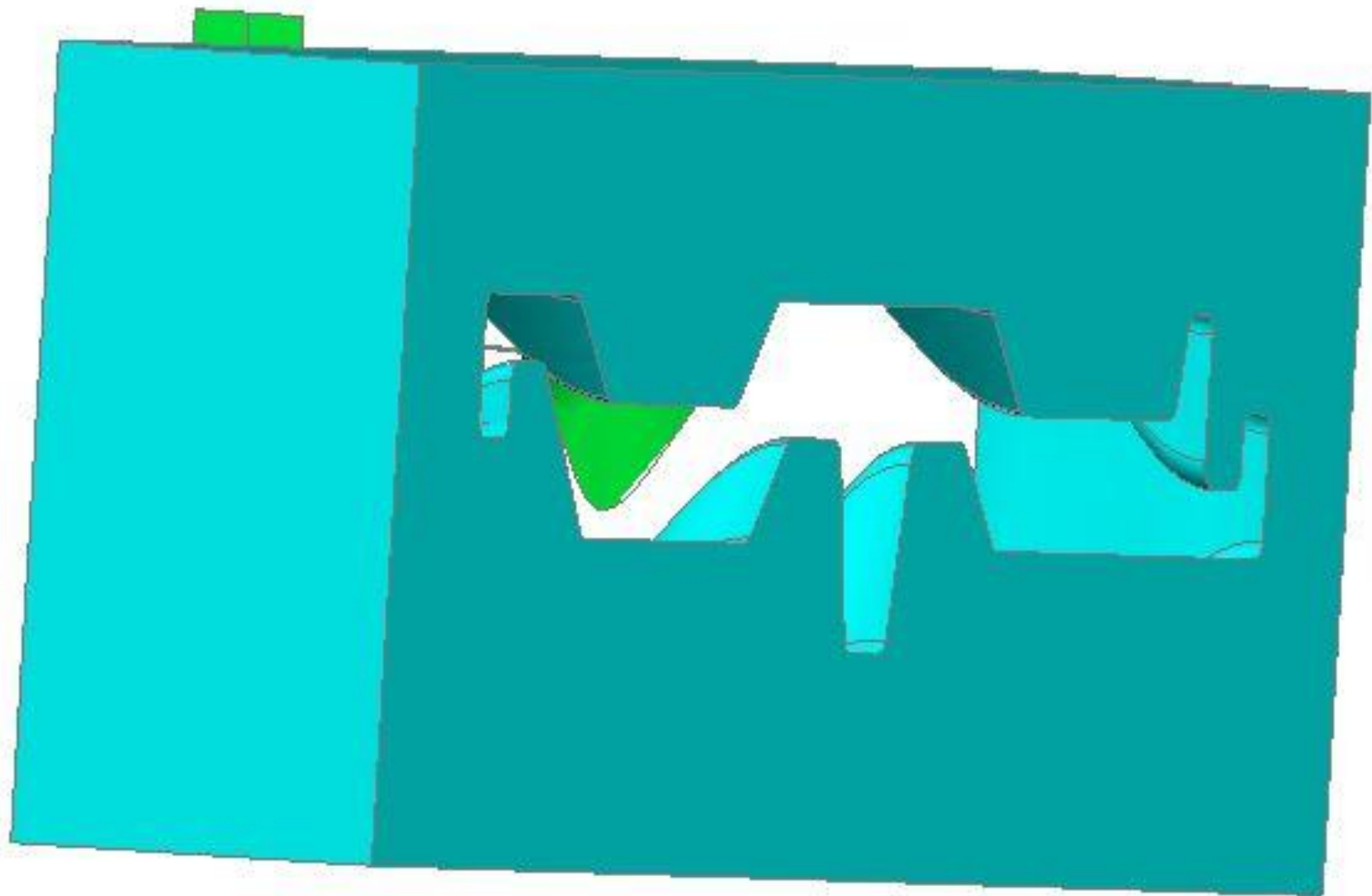


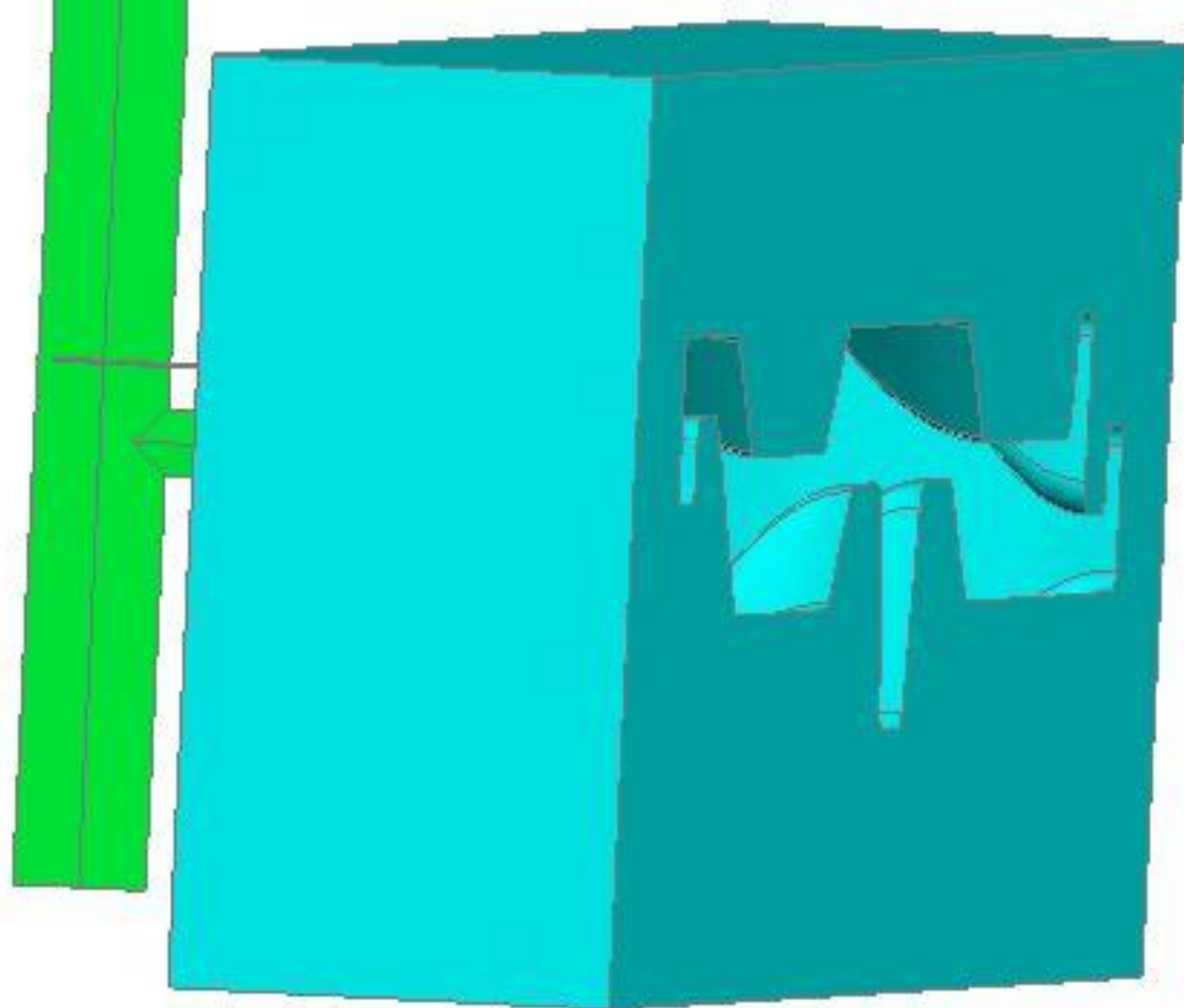


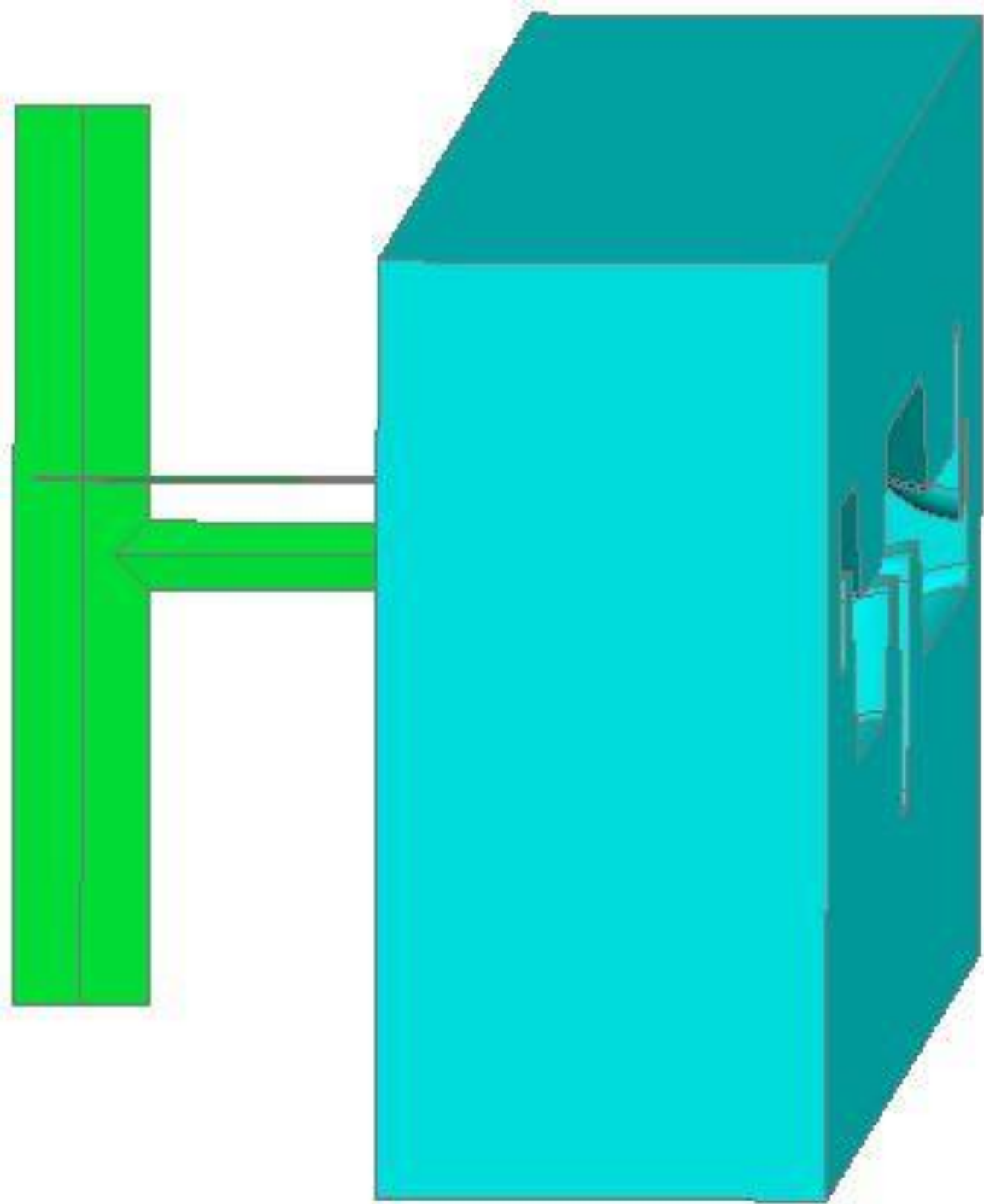


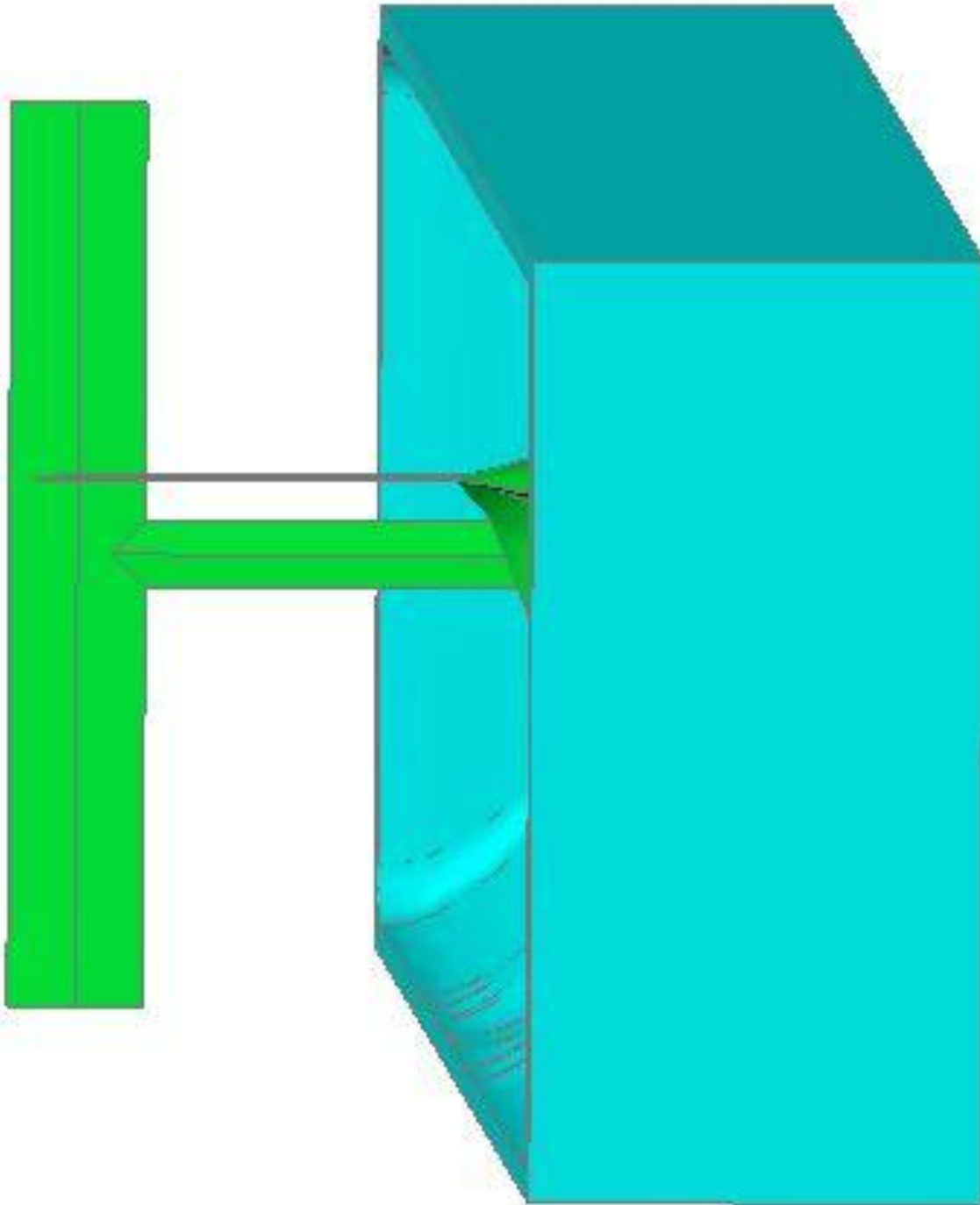


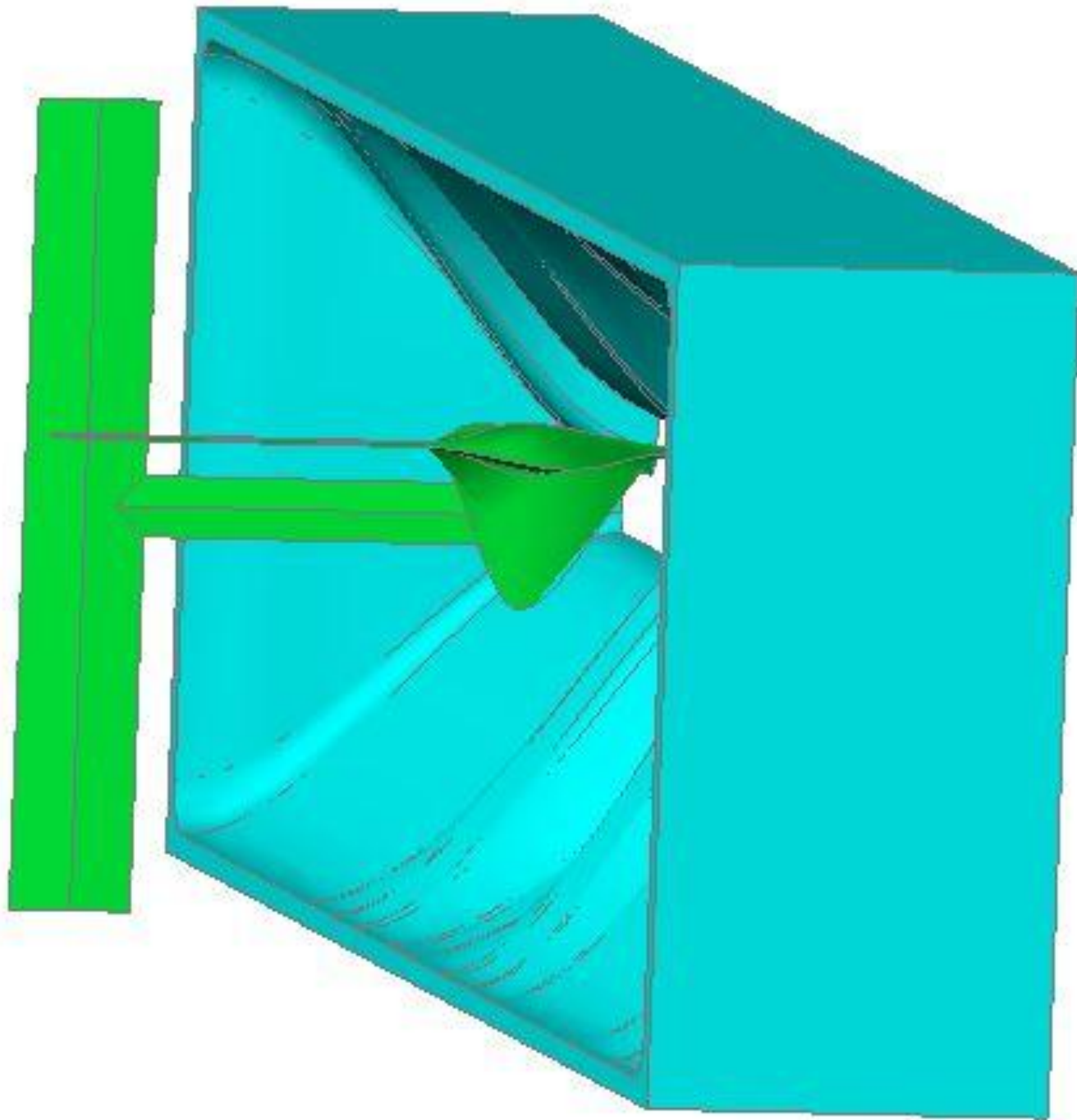
Видно, що гальмівний елемент "закінчується" набагато раніше, ніж закінкується мундштук. Тобто глина, пройшовши повз гальмівний елемент, встигає "зрощуватись"; на виході з мундштука у глині немає "дірки" від гальмівного елемента.

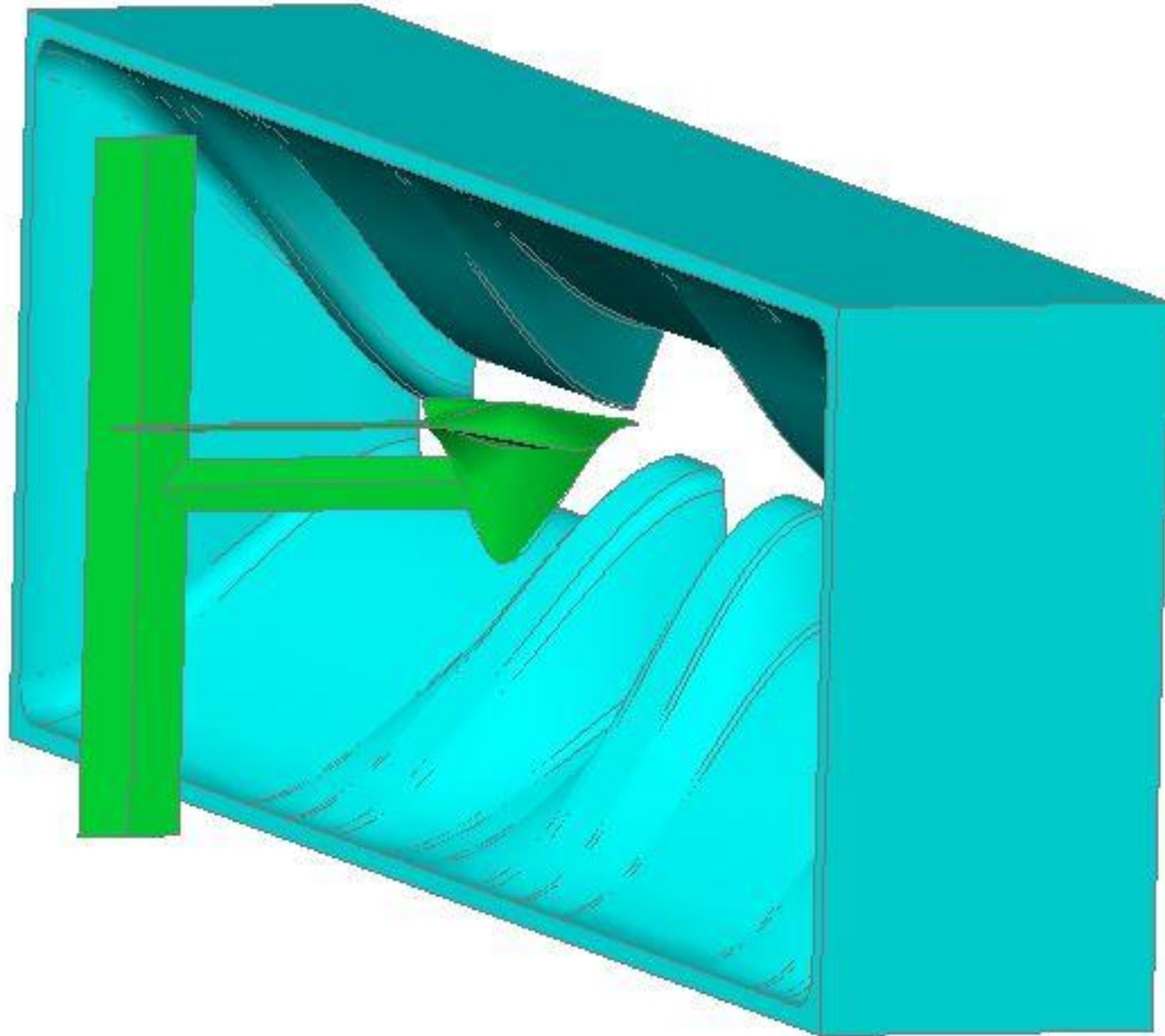


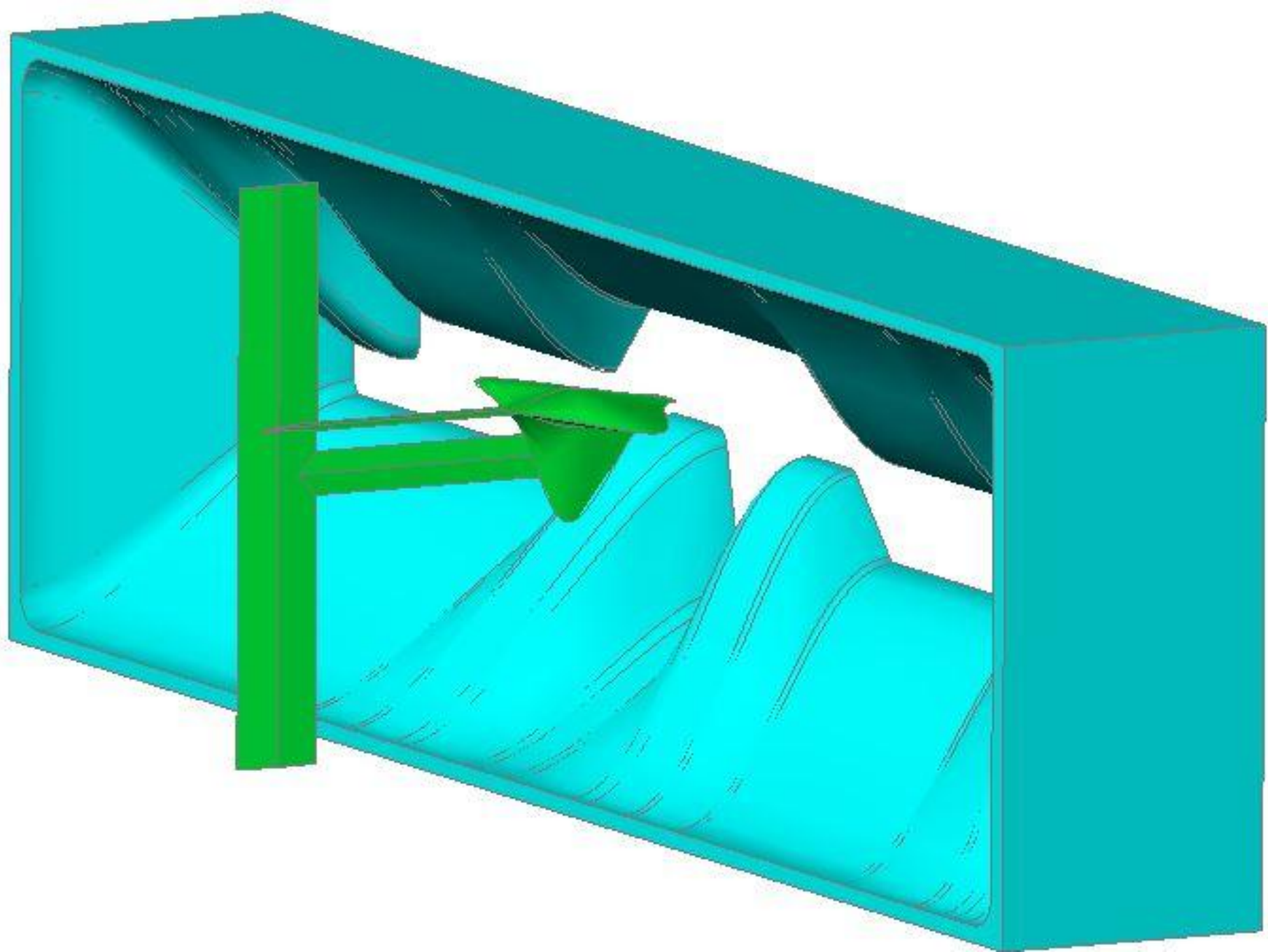


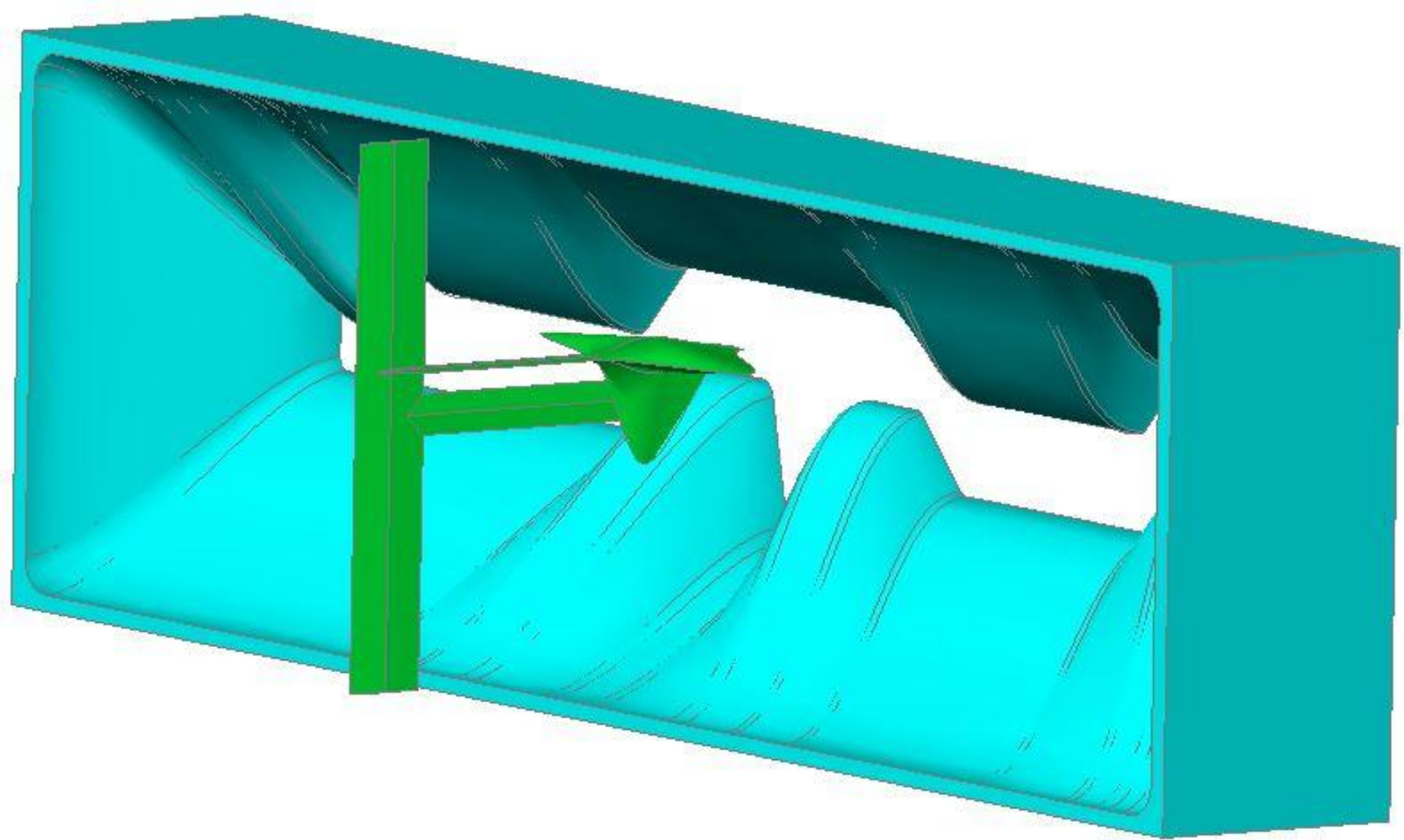


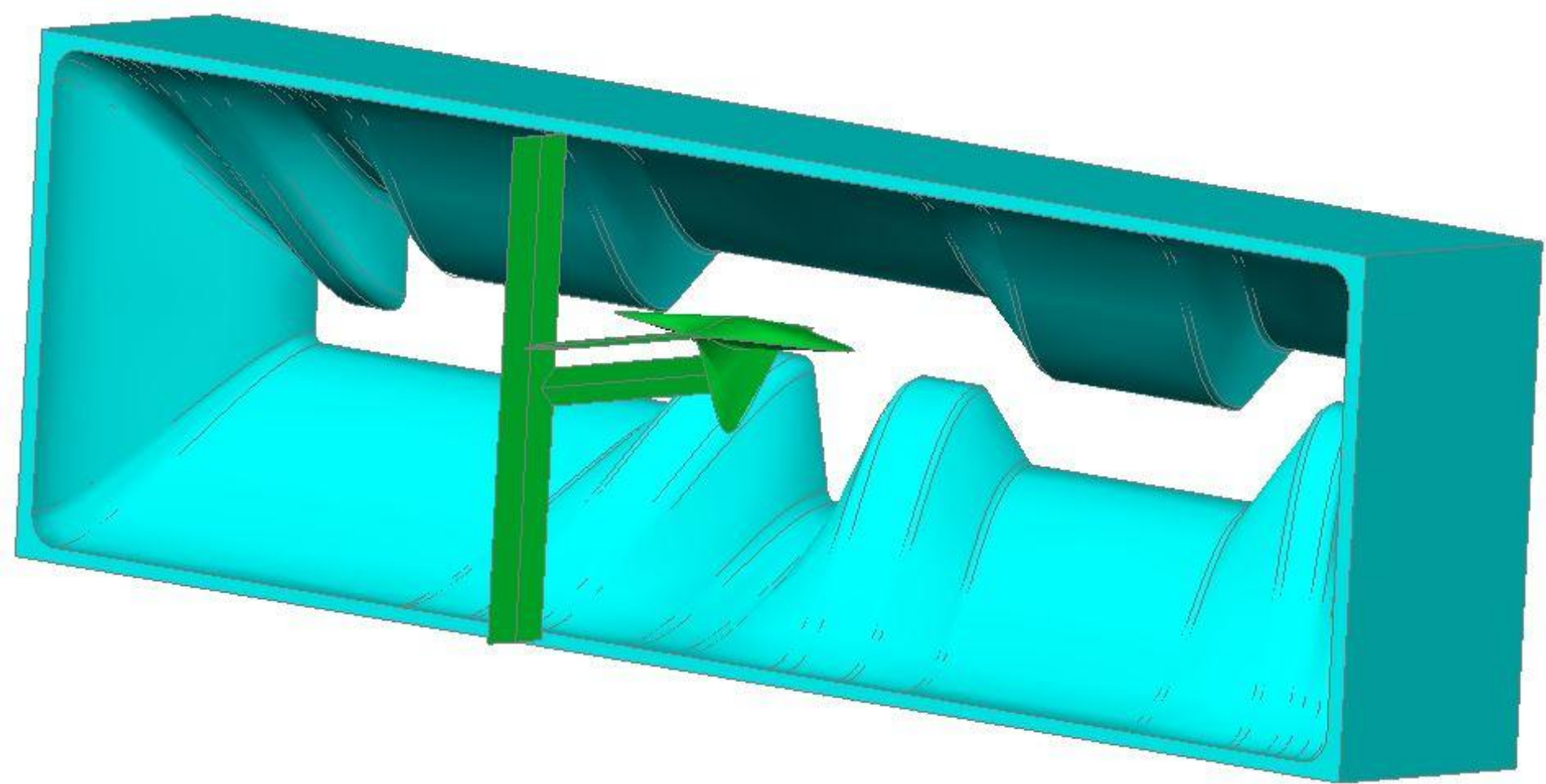


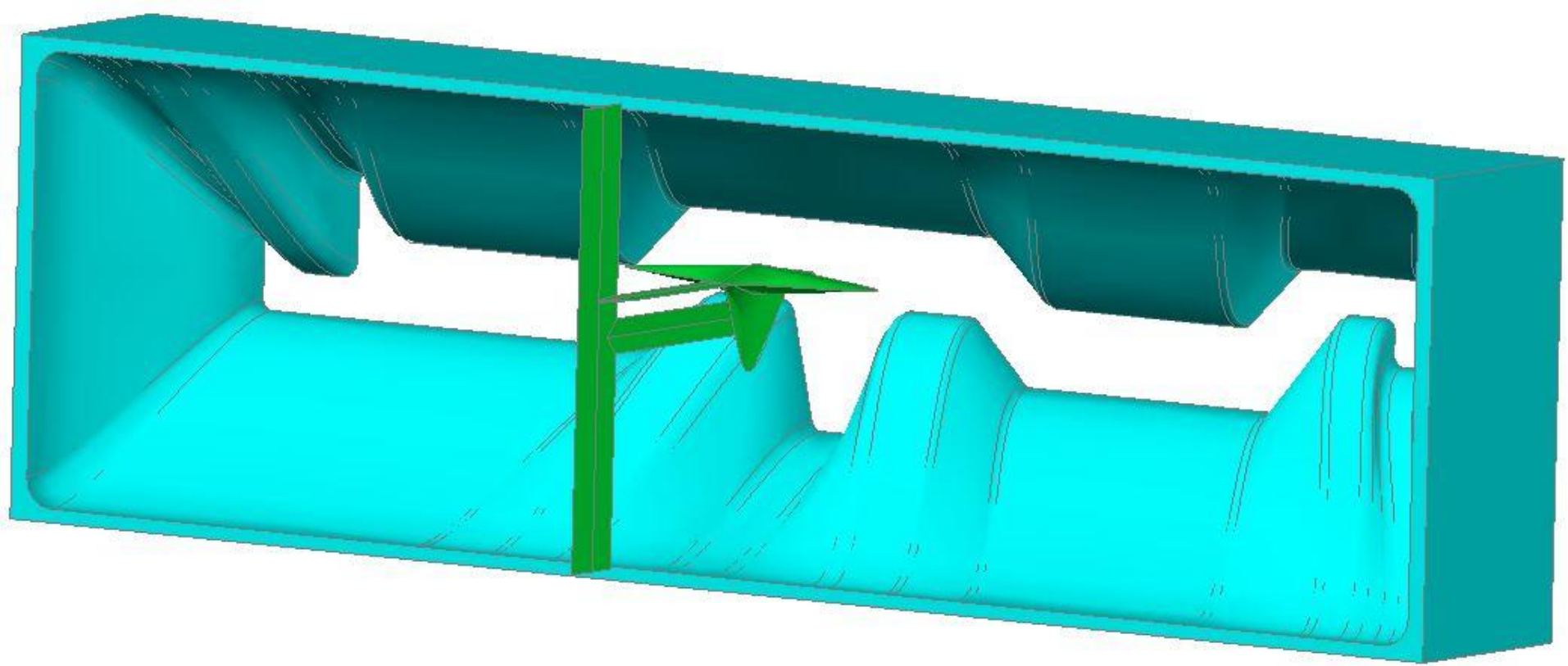


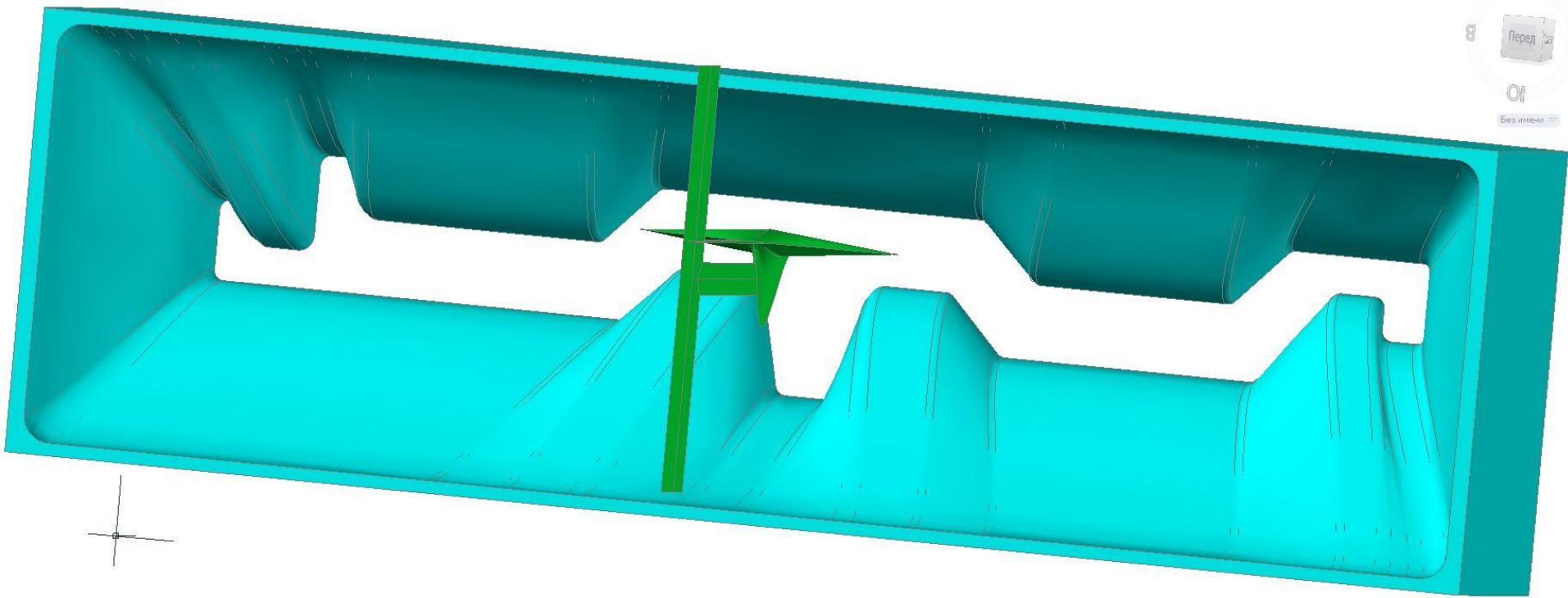












Блакитне - мундштук. Зроблений з поліетилену низького тиску.

Зелене - гальмівний елемент, спиці і траверса, на яких цей гальмівний елемент тримається. Це все - сталь. Траверса кріпиться на голівці преса.



Запропонований гальмівний елемент у металі
(сталь)

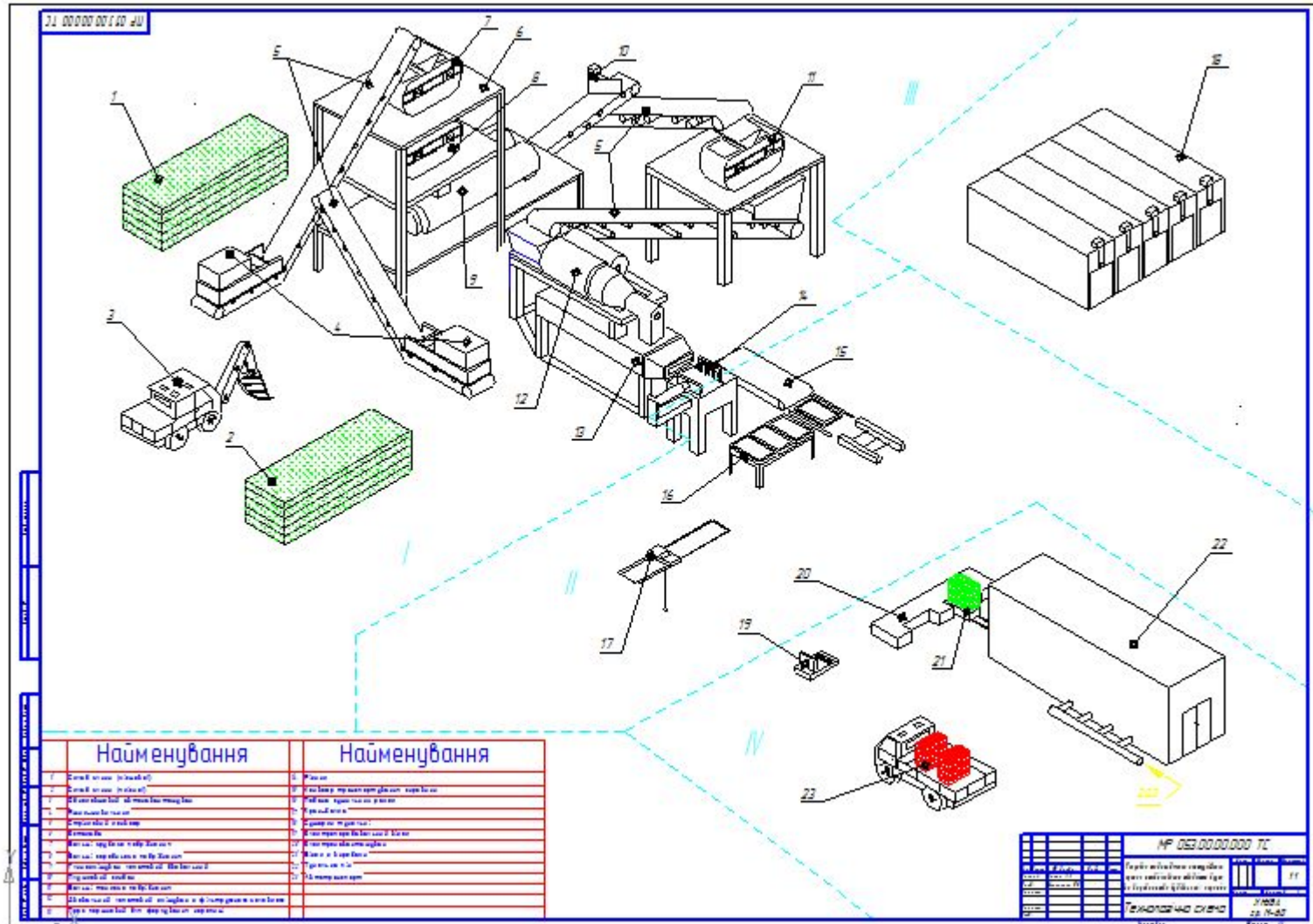
Висновки: 1) Розроблено та реалізовано модель руху глини у мундштуку стрічкового екструзійного преса.

2) Запропоновано спосіб та пристрій у вигляді гальмівного елемента для вирівнювання швидкостей руху фрагментів глиняного бруса пластичного стрічкового пресування для зменшення виникаючих напружень у виробі і покращення його якості.

3) Ефективність пристрою для вирівнювання швидкостей підтверджено візуалізацією швидкостей потоку та порівнянням діаграм швидкостей.

4) Запропоновано критерій ефективності рівномірності швидкостей у вигляді коефіцієнта, що дорівнює відношенню максимального до середнього значення швидкостей. Підтверджено, що гальмівний елемент здатний зменшити цей коефіцієнт від 1,5 до 1,0.

Розроблена технологічна лінія виробництва керамічної черепиці



Розроблена технологічна схема монтажу

Схема монтажу преса

3 – камера, 4 – механізм пресування, 5 – задаток преса, 6 – мундштук, 7 – приймальний столик, 8 – різальник

Прес для формування керамічної черепиці

№	Матеріал корпусу машини	Висновки згідно	Вартість грн, т	Матеріал, використаний при виготовленні	Ціна грн, тис.
1	Формувальна камера з роликами	1. Сталева конструкція 2. Роликів з нержавіючої сталі	4,5	Сталева конструкція корпусу преса, ролики	0,3
2	Механізм пресування	1. Корпус з сталевих профілів 2. Вал 3. Мундштук 4. Мундштук з нержавіючої сталі	4,5	Резьба, сталеві шпindelі	0,4
3	Висновки згідно з технічним завданням	1. Державний стандарт 2. Матеріал конструкції 3. Матеріал конструкції 4. Матеріал конструкції	1,3	Сталева конструкція корпусу преса, ролики	0,4

№	Висновки згідно з технічним завданням	1. Матеріал конструкції	2. Матеріал конструкції	3. Матеріал конструкції	4. Матеріал конструкції
1	Висновки згідно з технічним завданням	1. Матеріал конструкції	2. Матеріал конструкції	3. Матеріал конструкції	4. Матеріал конструкції
2	Висновки згідно з технічним завданням	1. Матеріал конструкції	2. Матеріал конструкції	3. Матеріал конструкції	4. Матеріал конструкції


ТБ час безпечної роботи на станції: 100 хвилин

1. Підприємство: _____
2. Станція формування черепиці з 1 кварт - 4000 шт/год - 400 шт/год - 400 шт/год
3. Тип усадки: карбід
4. Час роботи: карбід - 15 хв/шт - 50 хв/шт

№ 01.0000.000	
100	100

Розрахунок економічної модернізації

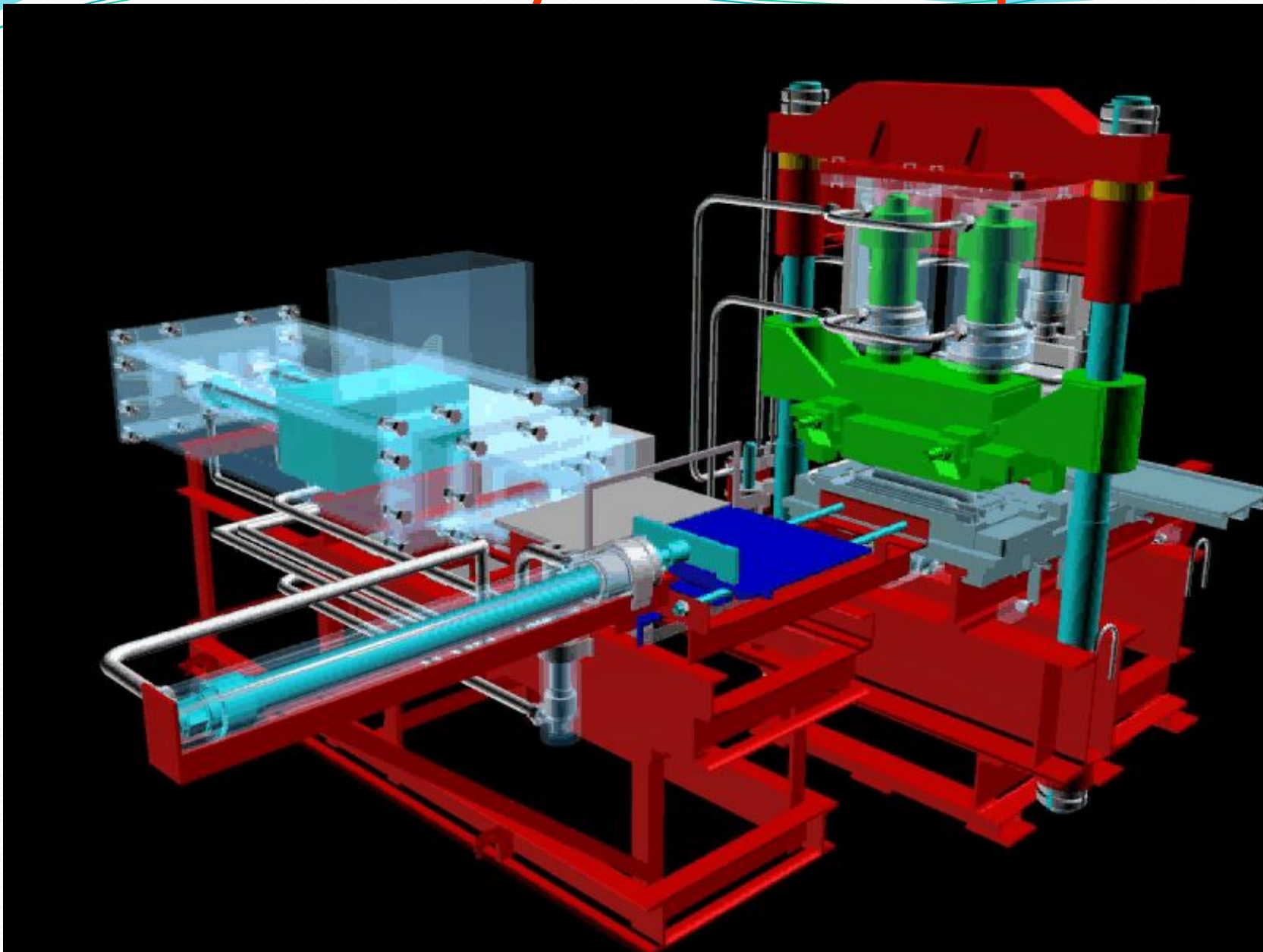
Показники	Базовий варіант	Проектний варіант	Абсолютне відхилення	Темп приросту
1	2	3	4	5
1. Доходи від реалізації продукції, тис. грн	18900	18900	0	0
- ціна 1 м ² , грн	210	210	0	0
- обсяг продукції, м ²	90·10 ³	90·10 ³	0	0
2. Витрати, тис. грн	14742,9	14647,5	-95,40	-0,65
- повна собівартість 1 м ² , грн	163,81	162,75	-1,06	-0,65
- обсяг продукції, м ²	90·10 ³	90·10 ³	0	0
3. Прибуток від реалізації продукції, тис. грн. (1 – 2)	4157,10	4252,50	95,40	2,29
4. Податок на прибуток, тис. грн	748,28	765,45	17,17	2,29
5. Чистий прибуток, тис. грн (3 – 4)	3408,82	3487,05	78,23	2,29



Ми впевнені, що
запропонований пристрій
зможе поліпшити якість
виробів пластичного
пресування

Дякую за увагу
Доповідь закінчено

Штампувальний прес



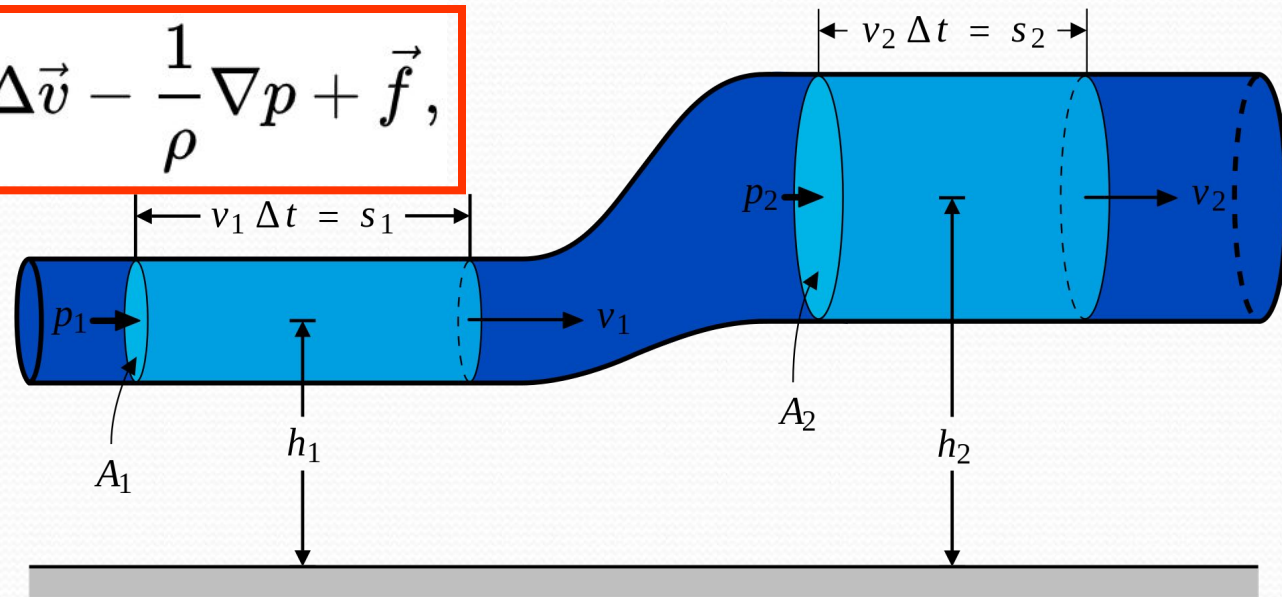
векторное уравнение движения[1][2][3][4][5][6]. Впервые уравнение Навье — Стокса было получено Навье (1822, несжимаемая жидкость[7]) и Пуассоном (1829, сжимаемая жидкость[8]), которые исходили из модельных представлений о молекулярных силах.

Позже феноменологический вывод уравнения был дан Сен-Венаном В гидродинамике обычно уравнением Навье — Стокса называют только одно векторное уравнение движения[1][2][3][4][5][6]. Впервые уравнение Навье — Стокса было получено Навье (1822, несжимаемая жидкость[7]) и Пуассоном (1829, сжимаемая жидкость[8]), которые исходили из модельных представлений о молекулярных силах. Позже феноменологический вывод уравнения был дан Сен-Венаном[9]

В гидродинамике обычно уравнением Навье — Стокса называют только одно векторное уравнение движения[1][2][3][4][5][6]. Впервые уравнение Навье — Стокса было получено Навье (1822, несжимаемая жидкость[7]) и Пуассоном (1829, сжимаемая жидкость[8]), которые исходили из модельных представлений о молекулярных силах. Позже феноменологический вывод уравнения был дан Сен-Венаном[9] и Стоксом[10].

В векторном виде для жидкости они записываются следующим образом:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{f},$$



В векторном виде для жидкости они записываются следующим образом:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{f},$$

где ∇ — оператор набла, Δ — векторный оператор Лапласа, t — время, ν — коэффициент кинематической вязкости, ρ — плотность, p — давление, $\vec{v} = (v^1, \dots, v^n)$ — векторное поле скорости, \vec{f} — векторное поле массовых сил. Неизвестные p и \vec{v} являются функциями времени t и координаты $x \in \Omega$, где $\Omega \subset \mathbb{R}^n$, $n = 2, 3$ — плоская или трёхмерная область, в которой движется жидкость.

Для несжимаемой жидкости уравнения Навье — Стокса следует дополнить уравнением несжимаемости:

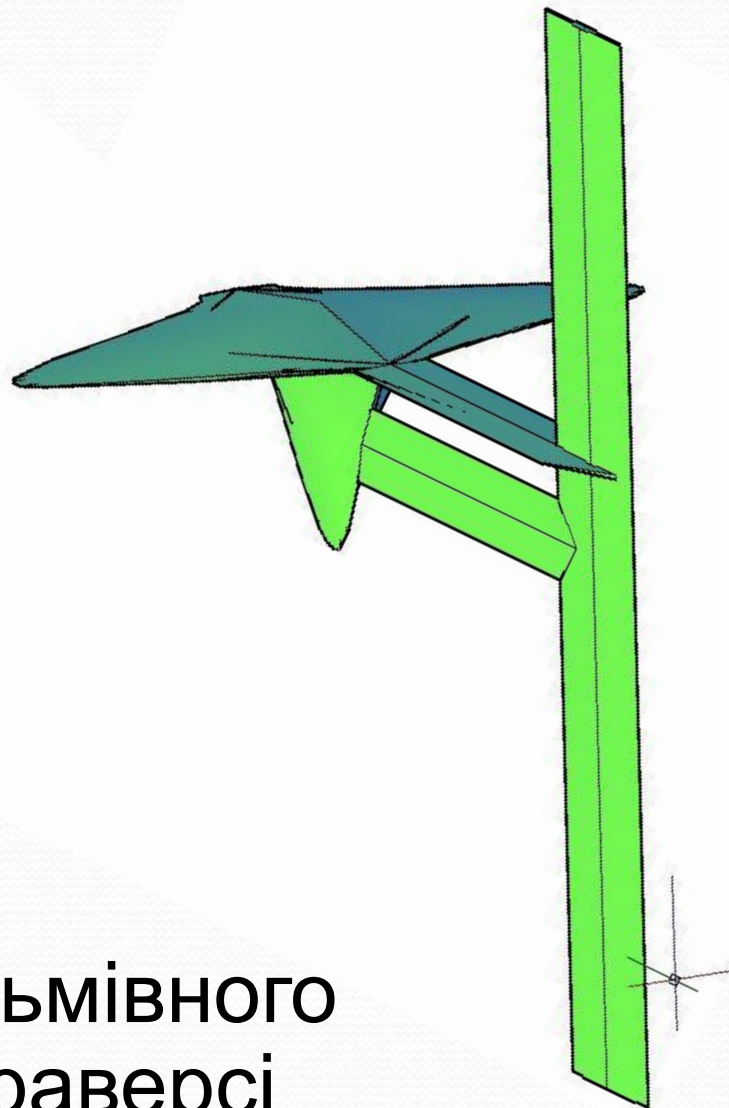
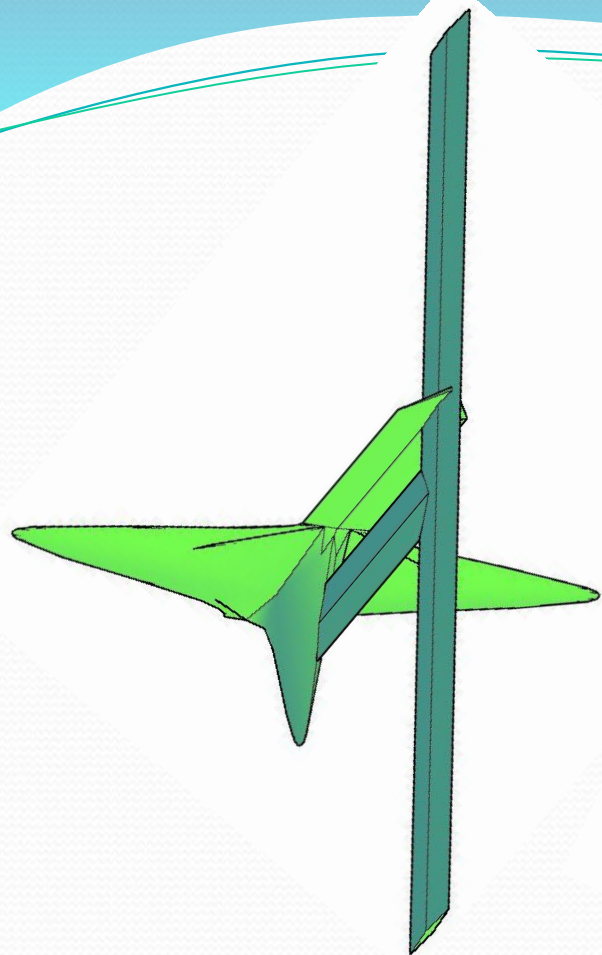
$$\nabla \cdot \vec{v} = 0.$$

Обычно в систему уравнений Навье — Стокса добавляют краевые и начальные условия, например:

$$\begin{aligned} \vec{v}|_{\partial\Omega} &= 0, \\ \vec{v}|_{t=0} &= \vec{v}_0. \end{aligned}$$

Просто ЛЮБОПЫТНО, что:

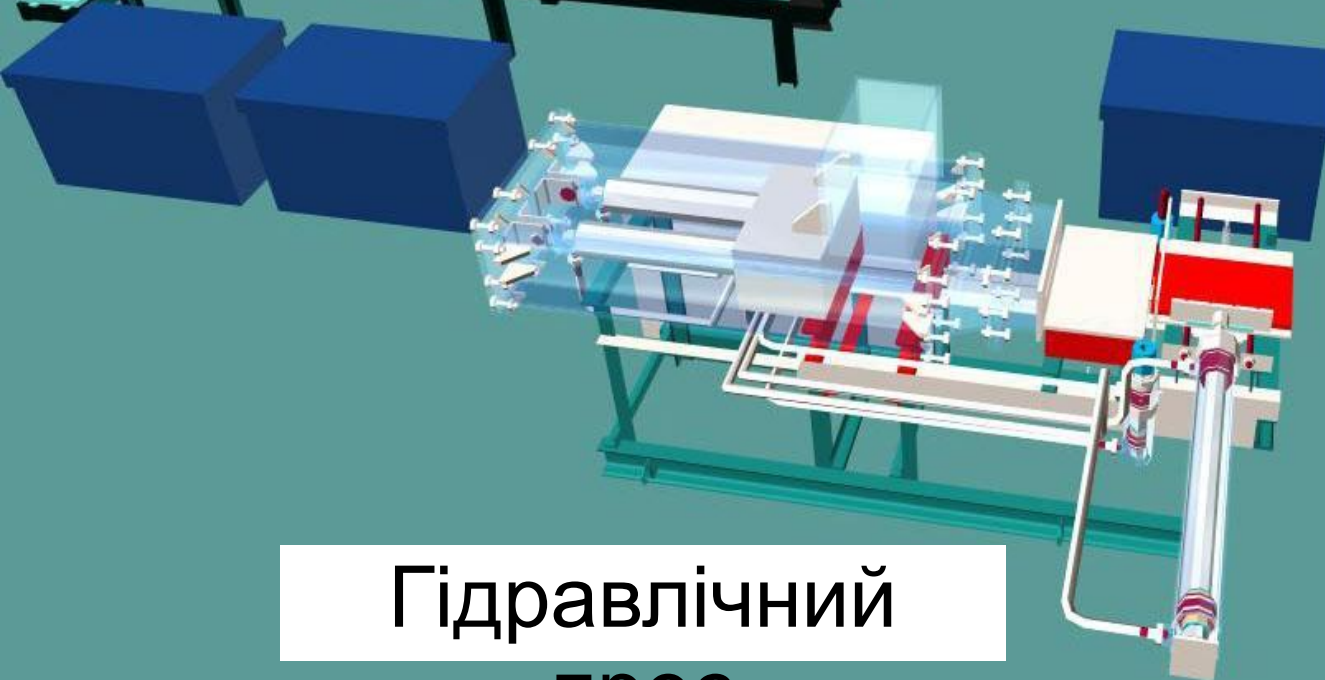
в анализе решений уравнений заключается суть одной из семи «проблем тысячелетия» в анализе решений уравнений заключается суть одной из семи «проблем тысячелетия», за решение которых Математический институт Клэя в анализе решений уравнений заключается суть одной из семи «проблем тысячелетия», за решение которых Математический институт Клэя назначил премию в 1 млн долларов США. Необходимо доказать или опровергнуть существование глобального гладкого решения задачи Коши для трёхмерных уравнений Навье — Стокса. Нахождение общего аналитического решения системы Навье — Стокса для пространственного или плоского потока осложняется тем, что оно нелинейное и сильно зависит от начальных и граничных условий



Закріплення гальмівного
елемента на траверсі

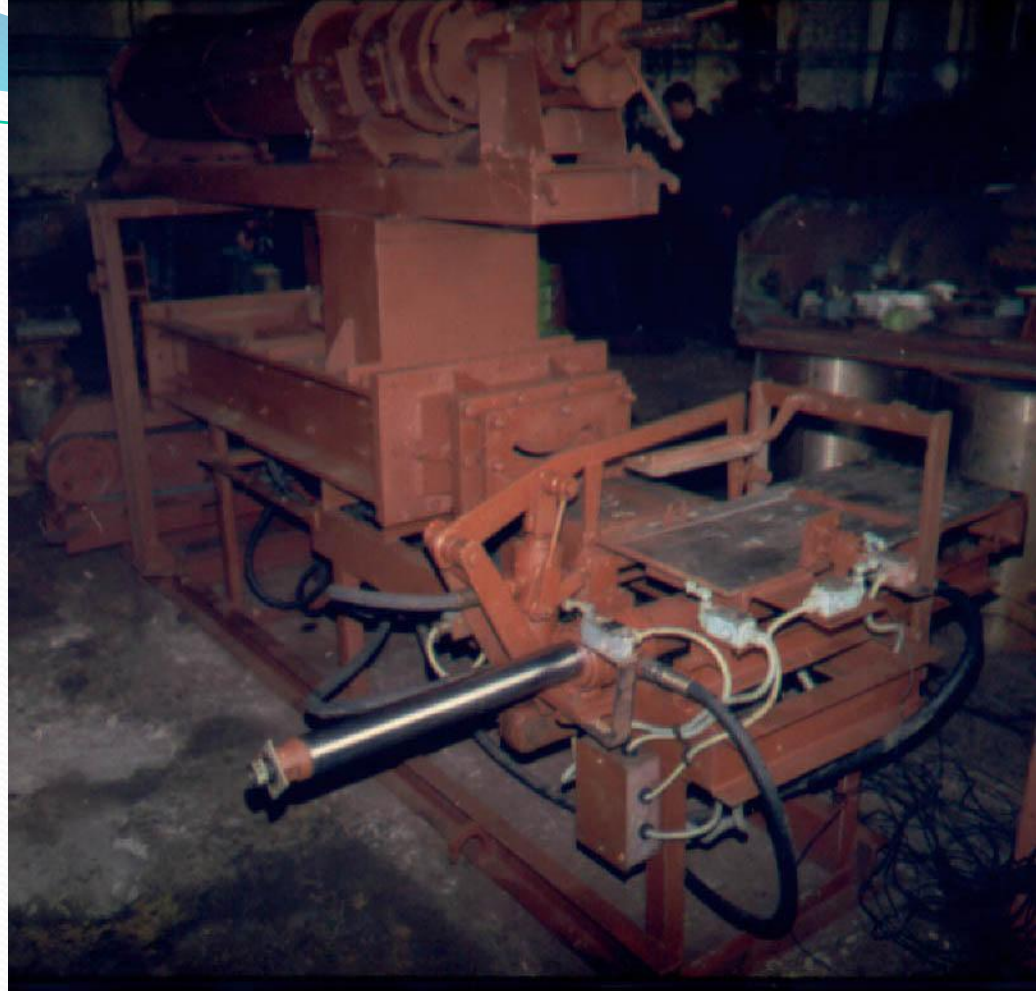
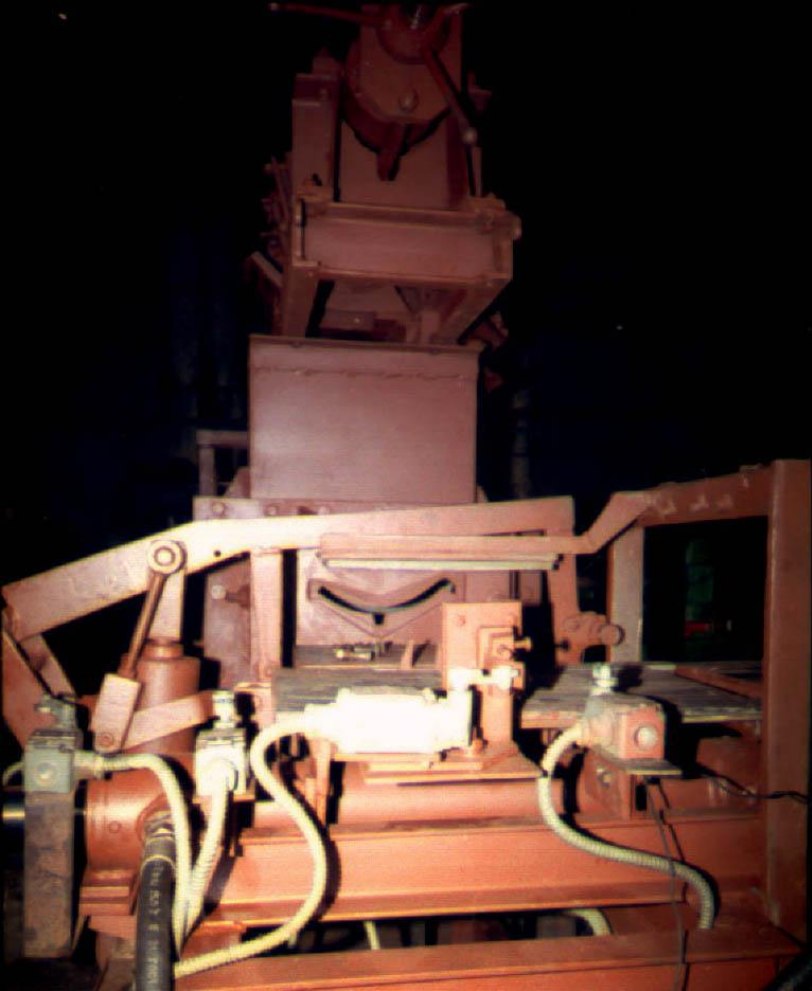
Глинозмішувач

Стелажі для сушки

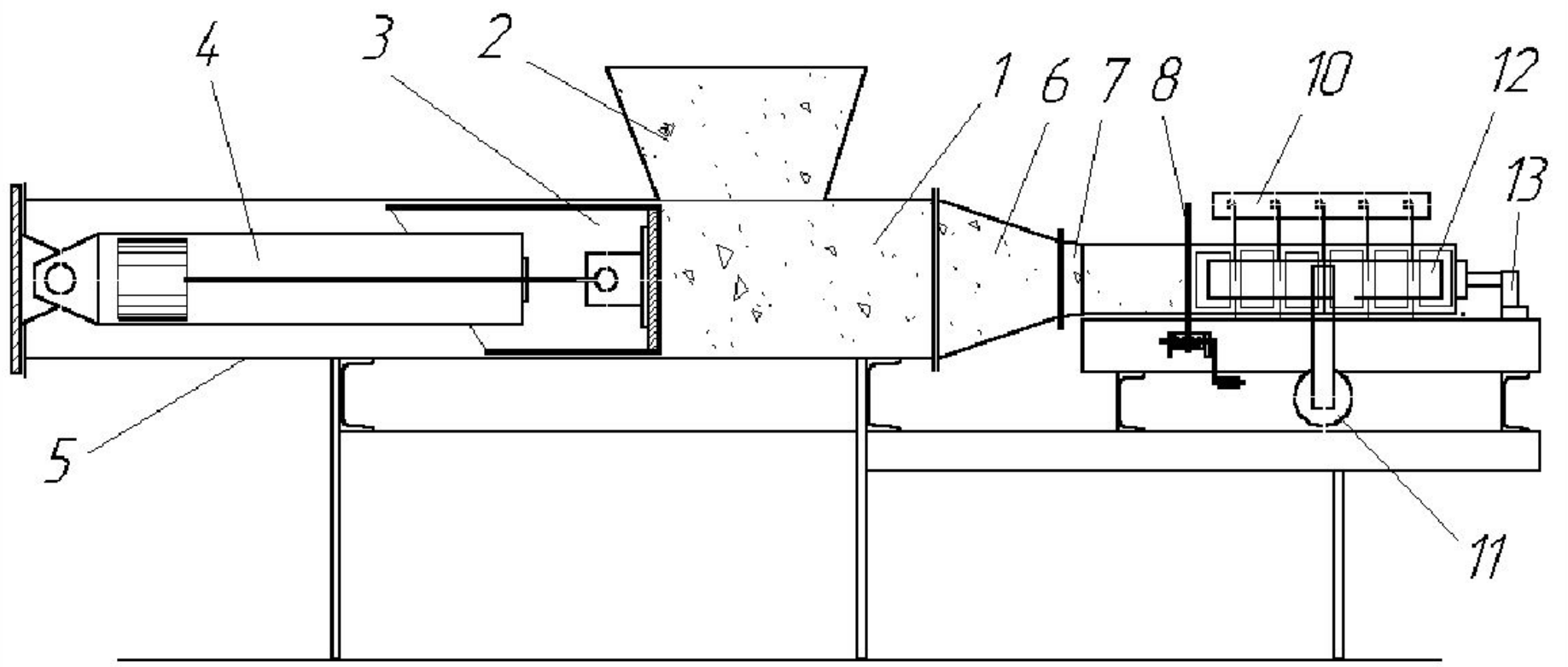


Гідравлічний прес

Розміщення обладнання у дослідницькій лабораторії на заводі “Червоний Жовтень” (м.Харків)

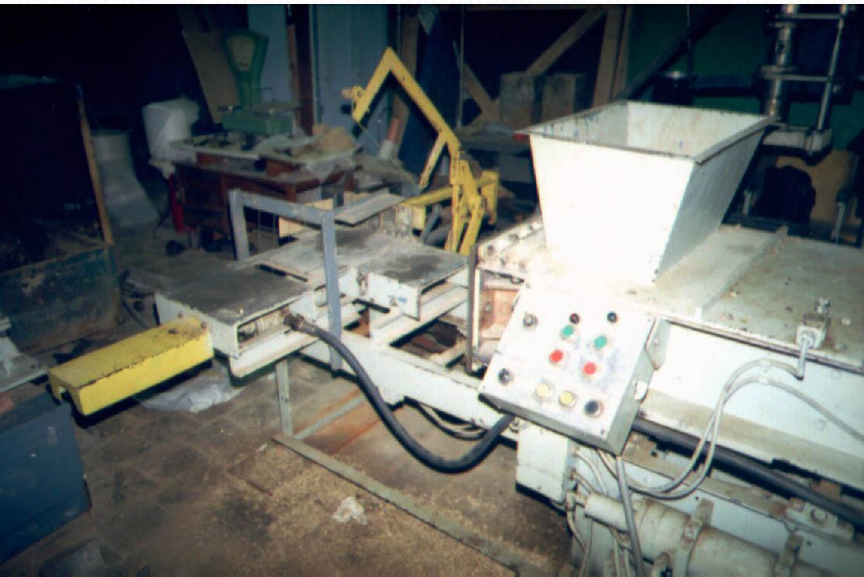


Преси виробляються на заводі “Червоний Жовтень” (м.Харків)



1 – корпус; 2 – бункер; 3 – поршень; 4 – основний гідроциліндр; 5 – рама; 6 – пресо́ва голівка; 7 – мундштук; 8 – поворотний лучок; 9 – гідроциліндр лучка; 10 – рамка із струнами (у випадку, якщо виготовляється цегла); 11 – гідроциліндр штовхача; 12 – штовхач бруса; 13 – датчик довжини бруса

Поршне́вий прес із пристро́єм різки

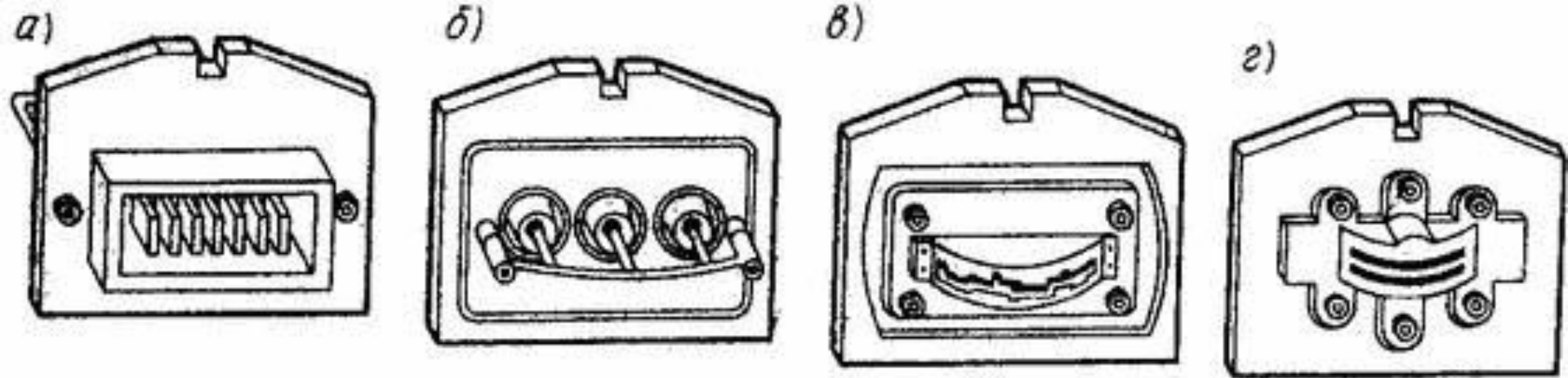


Привод преса від
гідростанції



Асортимент
виробів та
спосіб
укладання
черепиці





Види мундштуків: *a* - для виготовлення порожнистої цегли;
б - труб (з боку входу глини); *в* - стрічкової черепиці; *г* - черепиці «бобровий хвіст» (з виходом двома стрічками)

При формуванні звичайної цегли мундштук має прямокутний переріз, а при виготовленні пустотної цегли в мундштуці преса встановлюють порожниноутворююче осердя, що складається з траверси, стрижнів і кернів (насадок). Для формування черепиці використовують фасонні вставки у вигляді вузької щілини.