

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра ТАМ

**Комплексна магістерська кваліфікаційна робота**  
за спеціальністю 131 – Прикладна механіка  
на тему:

**Імітаційні дослідження впливу параметрів гідроприводу на характер протікання хвильових процесів в довгій гідравлічній лінії**

**Вплив параметрів гідролінії на характер протікання хвильових процесів**

Виконав: ст. гр. 1ПМ-16м

**Муравинець Т. В.**

Керівник: к.т.н., доц. каф. ТАМ

**Репінський С. В.**

## Мета і завдання дослідження

**Метою роботи** є імітаційні дослідження впливу параметрів довгої напірної гідравлічної лінії на характер протікання хвильових процесів, а саме характер зміни тиску, швидкості руху рідини по ділянках гідролінії і зміну швидкості виконавчого гідродвигуна, а також удосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Кришка», що входить до конструкції гідроприводу.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні **завдання**:

- 1) огляд робіт по дослідженню хвильових процесів в гідроприводах технологічних та мобільних машин;
- 2) розробка математичної моделі гідравлічного приводу поступального руху з довгою напірною гідролінією у якій довга гідравлічна лінія представлена як система з розподіленими параметрами;
- 3) вибір параметрів гідроприводу, вибір діапазону зміни параметрів гідроприводу;
- 4) розробка основної блок-схеми імітаційного моделювання хвильових процесів, що виникають в гідроприводі;
- 5) дослідження впливу довжини, діаметра та приведенного модуля пружності гідравлічної лінії на характеристики хвильового процесу – характер зміни тиску, швидкості руху рідини на ділянках гідролінії, тривалість хвильового процесу, частоту коливань;
- 6) дослідження впливу параметрів гідролінії на тиск та швидкість руху а також швидкість руху виконавчого гідродвигуна (гідроциліндра);
- 7) удосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Кришка»;
- 8) економічне обґрунтування удосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Кришка»;
- 9) розробка заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки.

**Об'єкт дослідження.** Довгі напірні гідравлічні лінії гідроприводів технологічних та мобільних машин.

**Предмет дослідження.** Перехідні процеси, що виникають в напірній гідравлічній лінії гідроприводу поступального руху.

### **Наукова новизна одержаних результатів** полягає в наступному:

- розроблено математичну модель гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією, яка представлена як система з розподіленими параметрами та описується системою диференціальних рівнянь в частинних похідних, що перетворені до звичайних диференціальних рівнянь кінцево-різницеvim методом;
- встановлено характер протікання перехідних (хвильових) процесів в гідравлічній лінії та сполученому з нею виконавчому гідродвигуні в залежності від параметрів гідравлічної лінії та робочої рідини;
- встановлено вплив параметрів гідравлічної лінії та робочої рідини на величину тиску та швидкості руху робочої рідини по довжині гідравлічній лінії, тривалість перехідного процесу та частоту коливань;
- встановлено вплив параметрів гідравлічної лінії та робочої рідини на характеристики руху виконавчого органу.

### **Практичне значення одержаних результатів:**

- отриманий розподіл тиску та швидкості руху рідини по довжині гідравлічної лінії, а також залежності впливу параметрів гідравлічної лінії та робочої рідини на максимальну амплітуду коливань тиску та швидкості руху робочої рідини дають можливість вибирати оптимальні параметри гідравлічної лінії в залежності від необхідних значень коливань тиску в гідросистемі, що важливо при розрахунку гідравлічних ліній на міцність;
- проведені дослідження дозволяють вибирати при розробці конструкції гідравлічних систем такі параметри гідравлічної лінії та робочої рідини, які забезпечать необхідні характеристики роботи виконавчого гідродвигуна;
- удосконалено технологічний процес механічної обробки деталі типу «Кришка», економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення й результати роботи доповідалися й обговорювалися на 2 науково-технічних конференціях:

- 1) XLV науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (м. Вінниця, 23-24 березня 2016 р.);
- 2) XVIII Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика» (м. Вінниця, 3-6 жовтня 2017 р.).

### **Публікації.** Оpubліковано 2 тези доповідей:

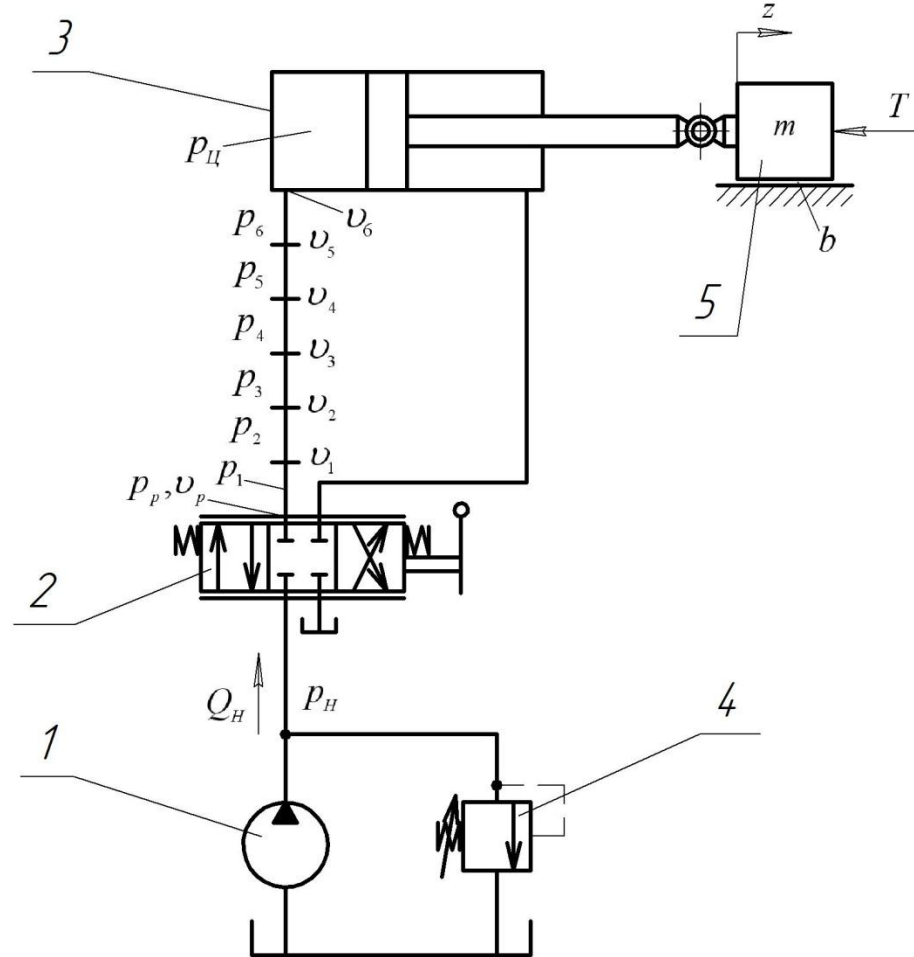
1) Імітаційне моделювання гідравлічного приводу з довгими напірними гідролініями [Електронний ресурс] / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, Т. В. Муравинець // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. – Електрон. текст. дані. – 2016. – Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1269>.

2) Імітаційне дослідження впливу коливань подачі насоса на динамічні процеси у гідроприводі поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, С. О. Козачишен, Т. В. Муравинець // Матеріали XVIII Міжнародної науково-технічної конференції АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика», Вінниця, 3-6 жовтня 2017 р. – С. 79.

Оpubліковано статтю у фаховому виданні України:

1) Математична модель для імітаційного дослідження в середовищі MATLAB Simulink гідравлічного приводу поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, Т. В. Муравинець, С. О. Козачишен // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 3. – С. 108–115.

## Розрахункова схема гідроприводу з довгою напірною гідролінією



1 – гідронасос постійної продуктивності; 2 – пропорційний гідророзподільник;  
 3 – гідроциліндр; 4 – запобіжно-переливний клапан; 5 – об'єкт керування

## Перетворені рівняння математичної моделі гідроприводу з довгою напірною гідролінією

$$p_n = \left( \frac{v_p \cdot f_1}{\mu \cdot f_p \sqrt{\frac{2}{\rho}}} \right)^2 + p_p; \quad (1)$$

$$v_p = \frac{Q_n}{f_1} - \frac{\beta W_n}{f_1} \cdot \frac{dp_n}{dt}; \quad (2)$$

$$\frac{dz}{dt} = \frac{v_6 f_6}{F_u} - \frac{\beta W_u}{F_u} \cdot \frac{dp_u}{dt}; \quad (3)$$

$$\begin{aligned} v_1 &= v_p - \frac{h}{E} \frac{dp_p}{dt}; & v_2 &= v_1 - \frac{h}{E} \frac{dp_1}{dt}; & v_3 &= v_2 - \frac{h}{E} \frac{dp_2}{dt}; \\ v_4 &= v_3 - \frac{h}{E} \frac{dp_3}{dt}; & v_5 &= v_4 - \frac{h}{E} \frac{dp_4}{dt}; & v_6 &= v_5 - \frac{h}{E} \frac{dp_5}{dt}; \end{aligned} \quad (4)$$

$$p_6 = \frac{dv_6}{dt} \cdot \frac{h \cdot \rho}{2} + v_6 \frac{\xi \cdot h}{\rho} + p_u; \quad p_5 = \frac{dv_5}{dt} \cdot h \cdot \rho + v_5 \frac{\xi \cdot h}{\rho} + p_6;$$

$$p_4 = \frac{dv_4}{dt} \cdot h \cdot \rho + v_4 \frac{\xi \cdot h}{\rho} + p_5; \quad p_3 = \frac{dv_3}{dt} \cdot h \cdot \rho + v_3 \frac{\xi \cdot h}{\rho} + p_4; \quad (5)$$

$$p_2 = \frac{dv_2}{dt} \cdot h \cdot \rho + v_2 \frac{\xi \cdot h}{\rho} + p_3; \quad p_1 = \frac{dv_1}{dt} \cdot h \cdot \rho + v_1 \frac{\xi \cdot h}{\rho} + p_2;$$

$$p_p = \frac{dv_p}{dt} \cdot \frac{h \cdot \rho}{2} + v_p \frac{\xi \cdot h}{\rho} + p_1.$$

# Параметри гідроприводу, діапазон зміни параметрів

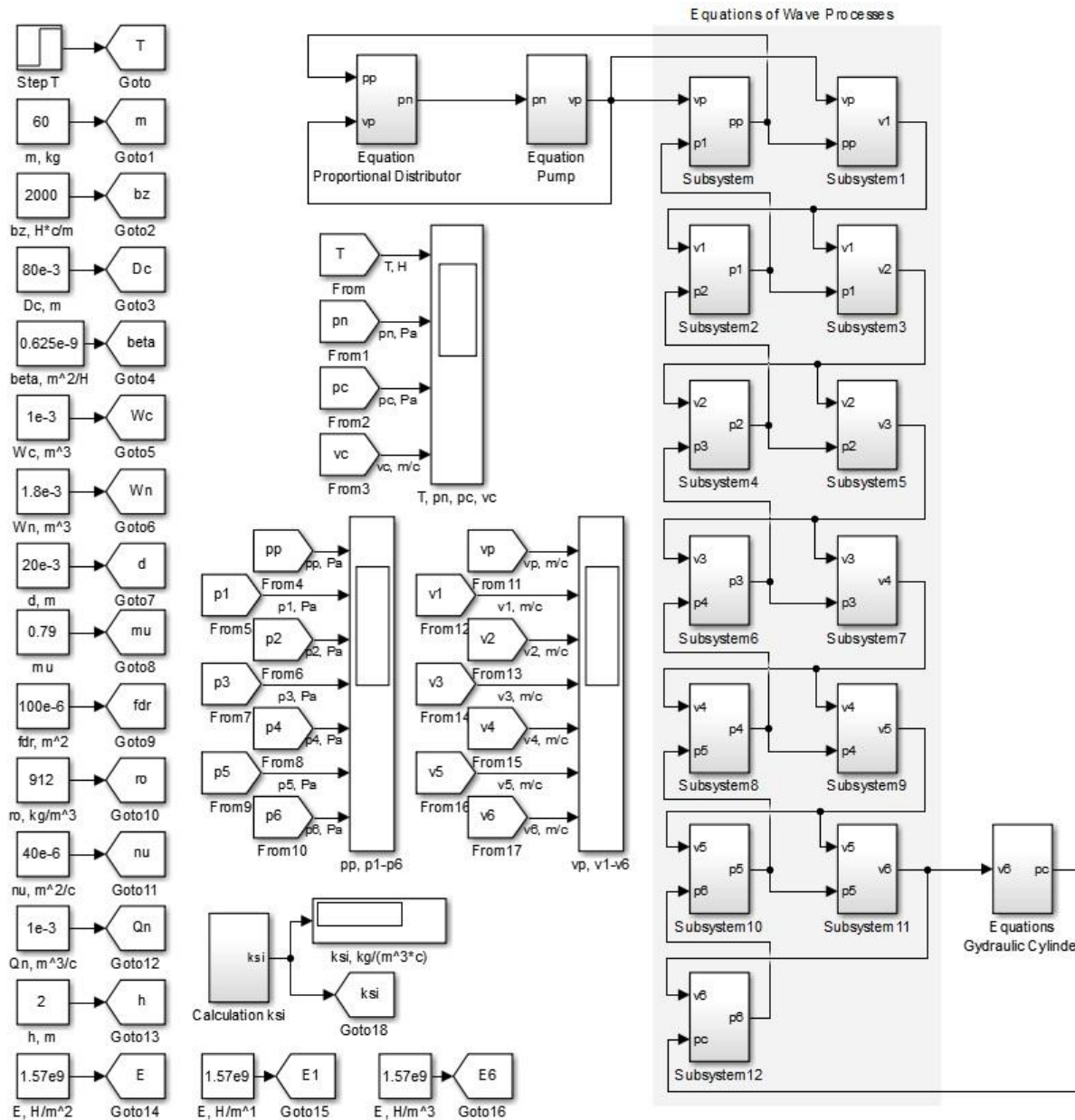
Таблиця 1 – Постійні параметри гідроприводу

Постійні параметри гідроприводу	Позначення	Прийняте значення в системі СІ
Подача насоса	$Q_H$	$1,0 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$
Технологічне навантаження на шток гідроциліндра	$T$	$5 \times 10^3 \text{ Н}$
Об'єм лінії нагнітання	$W_H$	$1,8 \times 10^{-3} \text{ м}^3$
Об'єм в поршневій порожнині гідроциліндра	$W_{Ц}$	$1,0 \times 10^{-3} \text{ м}^3$
Зведена маса рухомих частин об'єкта керування	$m$	60 кг
Площа робочого вікна розподільника	$f_p$	$1,0 \times 10^{-4} \text{ м}^2$
Внутрішній діаметр напірного трубопроводу	$d_T$	$20 \times 10^{-3} \text{ м}$
Зведений коефіцієнт швидкісного навантаження на штокові гідроциліндра	$b$	2000 Н·с/м
Ефективна площа поршня гідроциліндра	$F_{Ц}$	$5,0 \times 10^{-3} \text{ м}^2$
Коефіцієнт стисливості робочої рідини	$\beta$	$0,625 \times 10^{-9} \text{ м}^2/\text{Н}$
Модуль пружності робочої рідини	$E_p$	$1,6 \times 10^9 \text{ Н/м}^2$
Зведений модуль пружності ділянок напірної гідролінії	$E$	$2,1 \times 10^{11} \text{ Н/м}^2$
Товщина стінки напірного трубопроводу	$\delta_T$	$1,8 \times 10^{-3} \text{ м}$
Густина робочої рідини	$\rho$	912 кг/м <sup>3</sup>
Коефіцієнт витрати робочого вікна розподільника	$\mu$	0,79
Коефіцієнт питомого опору ділянки напірної гідролінії	$\xi$	$3,0 \times 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{с}$
Довжина напірної гідролінії	$L$	12,5 м
Кількість ділянок, на які розбито напірну гідролінію по довжині	$n$	6
Крок дискретизації по довжині напірної гідролінії	$h$	2

Таблиця 2 – Діапазон зміни параметрів гідроприводу

Параметри гідроприводу	Діапазон зміни
Довжина гідравлічної лінії	5...30 м
Внутрішній діаметр гідравлічної лінії	$(20 \dots 150) \times 10^{-3} \text{ м}$
Приведений модуль пружності	$(0,196 \dots 2) \times 10^9 \text{ Н/м}^2$

# Основна блок-схема для імітаційного моделювання в середовищі MATLAB SIMULINK



## Блок-схеми підсистем для імітаційного моделювання в середовищі MATLAB SIMULINK

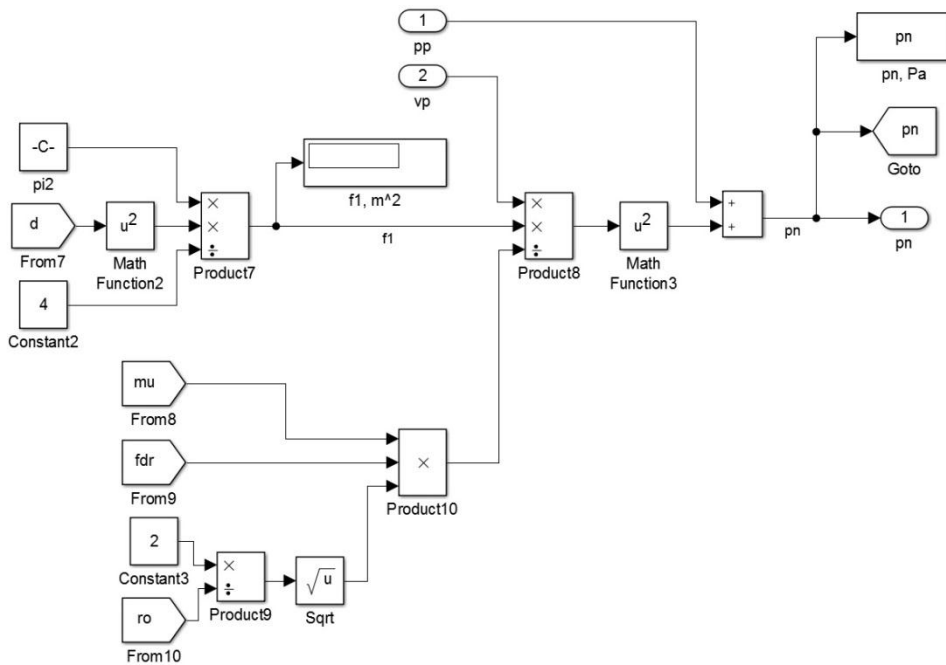


Рисунок 1 – Блок-схема визначення тиску  $p_n$  на виході насоса

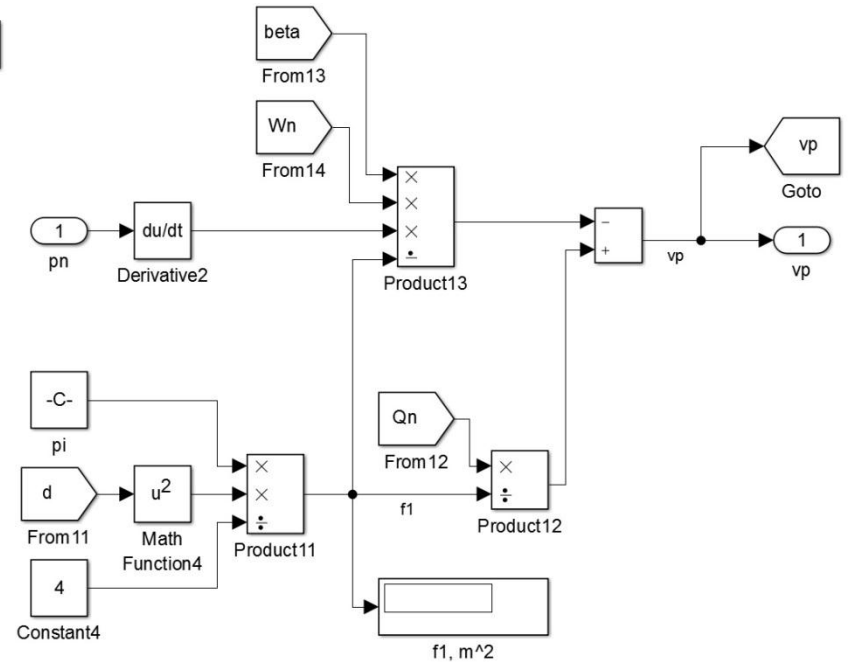


Рисунок 2 – Блок-схема визначення швидкості руху робочої рідини на виході пропорційного розподільника  $v_p$



# Блок-схеми підсистем для імітаційного моделювання в середовищі MATLAB SIMULINK (продовження)

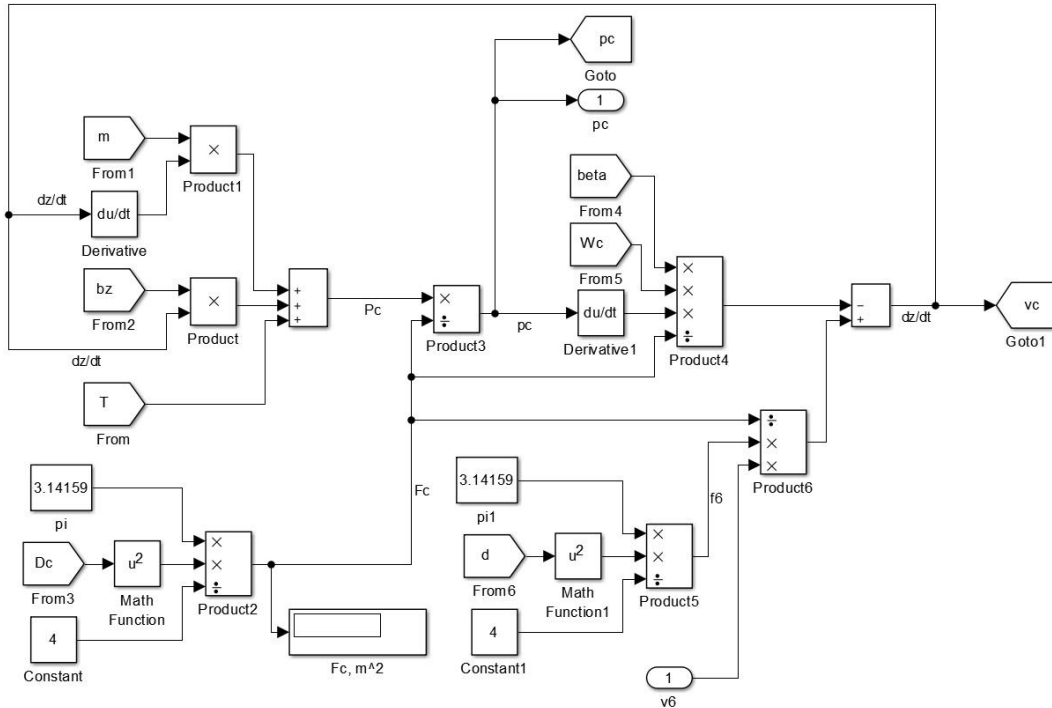


Рисунок 3 – Блок-схема визначення тиску в поршневій порожнині гідроциліндра  $p_c$  та швидкості руху поршня гідроциліндра  $v_c$

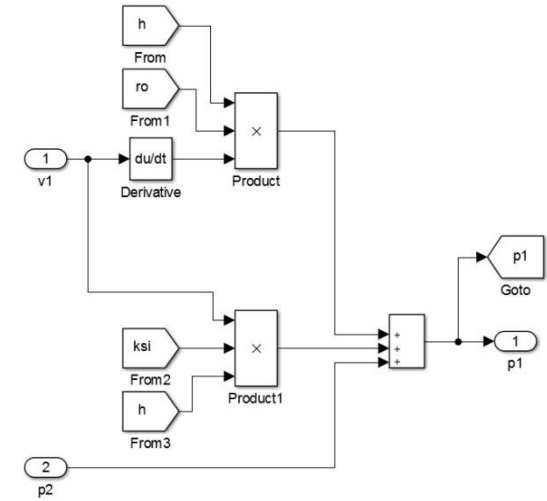


Рисунок 4 – Блок-схема визначення тиску  $p_1$  в середній частині першої ділянки напірної гідволінії

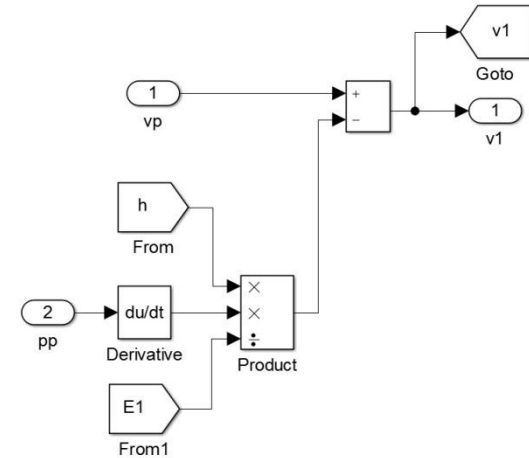


Рисунок 5 – Блок-схема визначення швидкості руху робочої рідини  $v_1$  в кінці першої ділянки напірної гідволінії

# Приклади графіків часових характеристик хвильових процесів у напірній гідролінії гідроприводу при різних довжинах $L$ напірної гідролінії

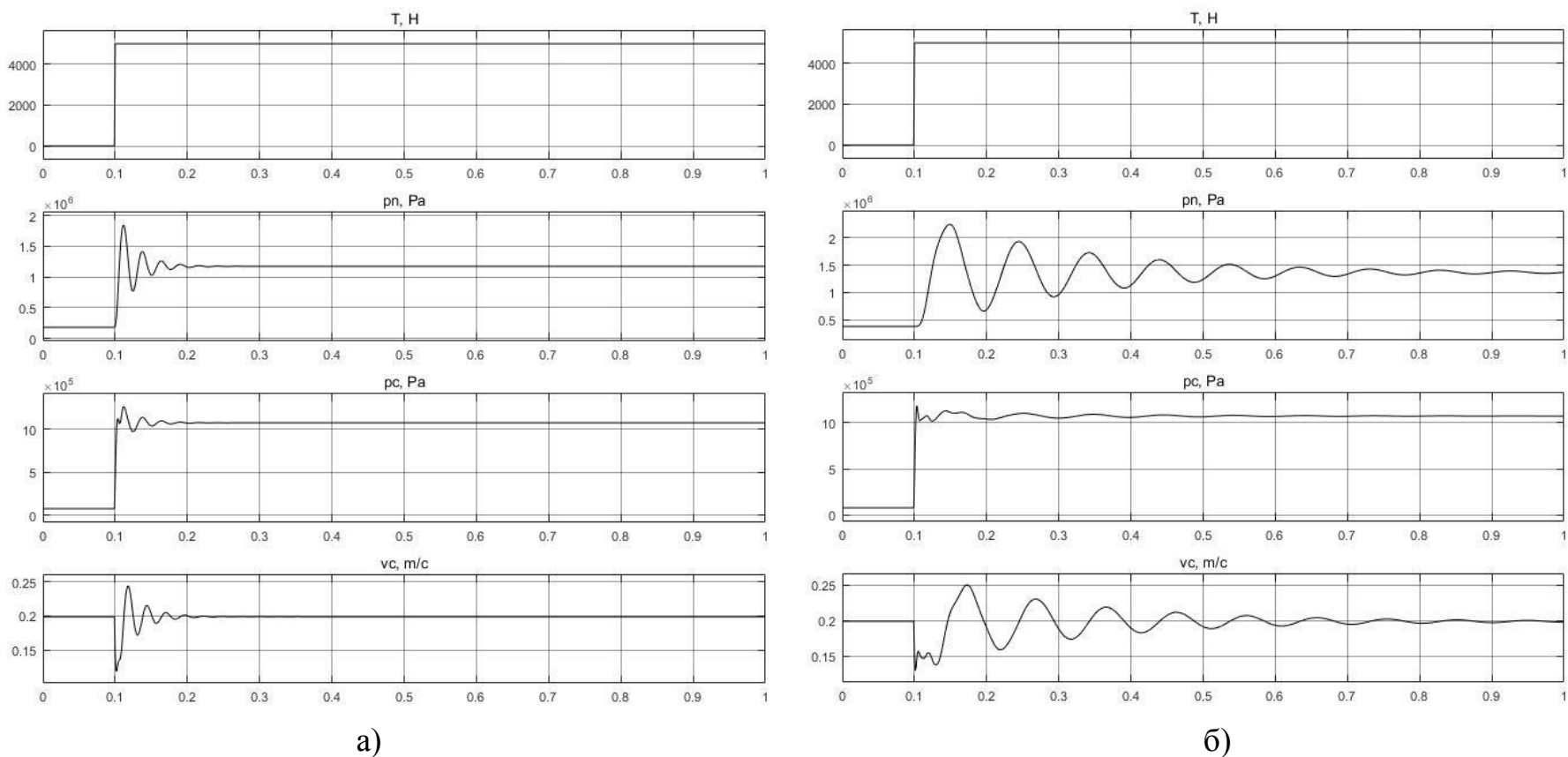


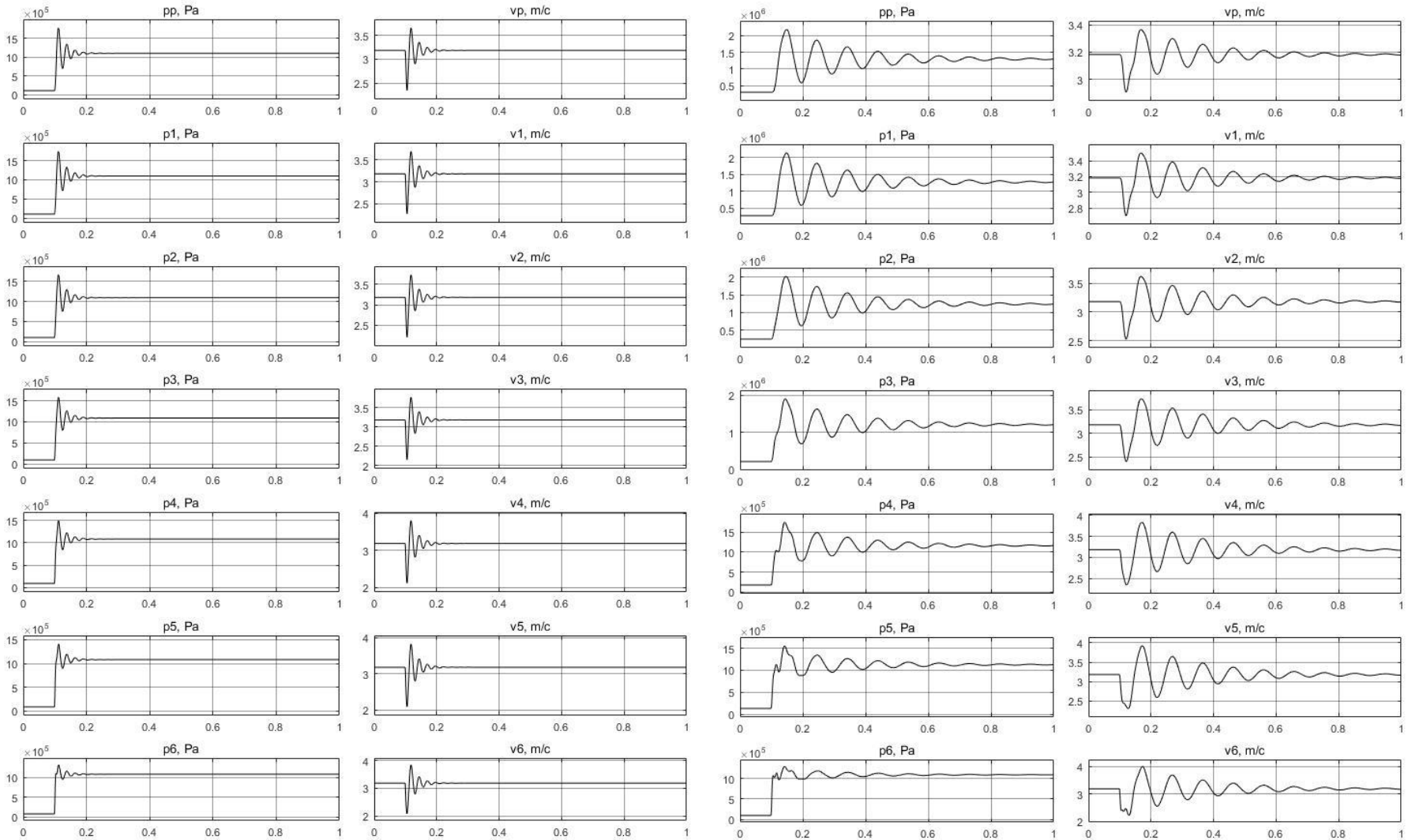
Рисунок 1 – Перехідні (хвильові) процеси в гідроприводі

а – при довжині  $L = 3$  м ( $h = 0,5$  м);

б – при довжині  $L = 24$  м ( $h = 4$  м)

На рис. позначено:  $T$  – технологічне навантаження;  $p_p$  – тиск на виході насоса;  
 $p_c$  – тиск в гідроциліндрі;  $v_c$  – швидкість руху об'єкта керування

# Приклади графіків часових характеристик зміни тиску та швидкості на ділянках напірної гідролінії при різних довжинах напірної гідролінії



а)

б)

Рисунок 1 – Зміна тиску  $p$  та швидкості  $v$  на ділянках напірної гідролінії

а – при довжині  $L = 3$  м ( $h = 0,5$  м);

б – при довжині  $L = 24$  м ( $h = 4$  м)

# Вплив довжини гідролінії на перехідні (хвильові) процеси

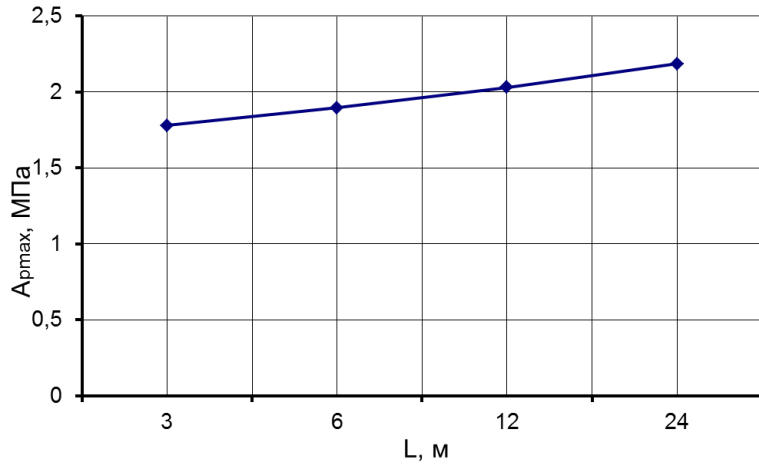


Рисунок 1 – Вплив довжини  $L$  напірної гідролінії на максимальну амплітуду коливань тиску

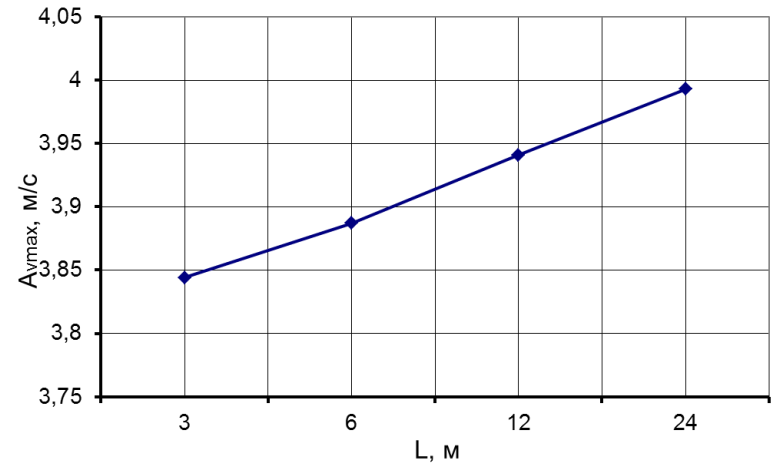


Рисунок 2 – Вплив довжини  $L$  напірної гідролінії на максимальну амплітуду коливань швидкості руху робочої рідини

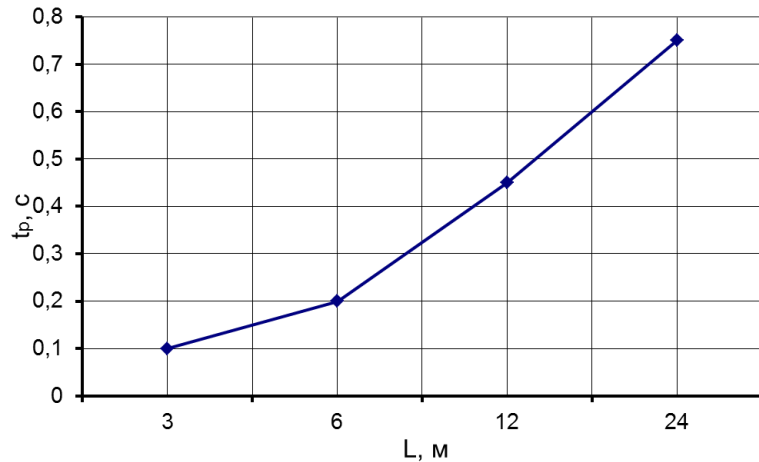


Рисунок 3 – Вплив довжини  $L$  напірної гідролінії на тривалість переходного (хвильового) процесу

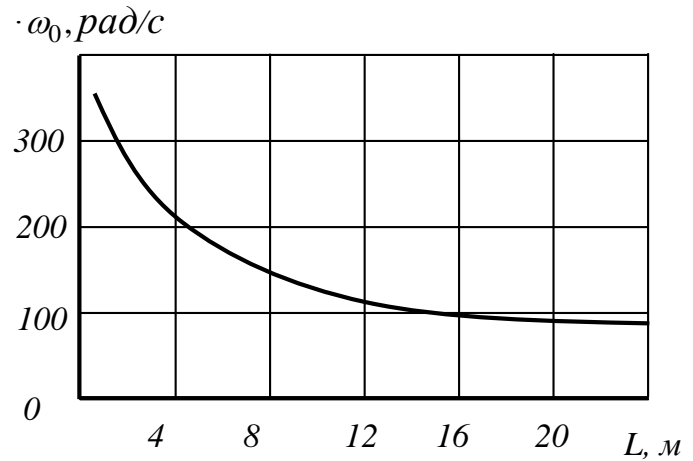


Рисунок 4 – Вплив довжини  $L$  напірної гідролінії на частоту коливань тиску і швидкості рідини

# Вплив діаметра гідролінії на перехідні (хвильові) процеси

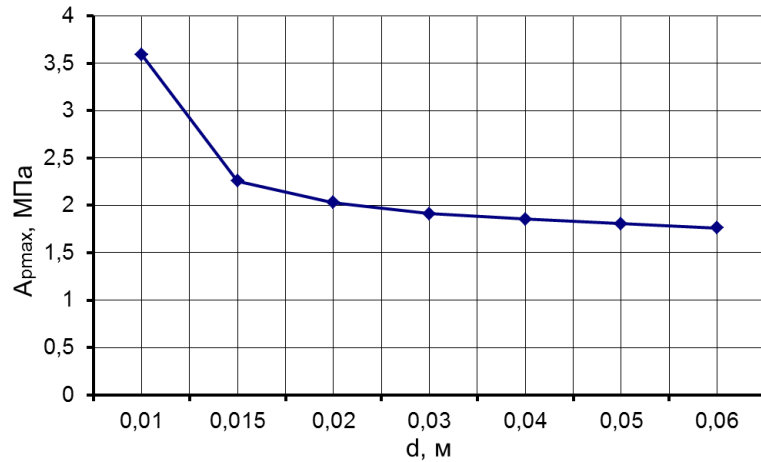


Рисунок 1 – Вплив діаметра  $d$  напірної гідролінії на максимальну амплітуду коливань тиску

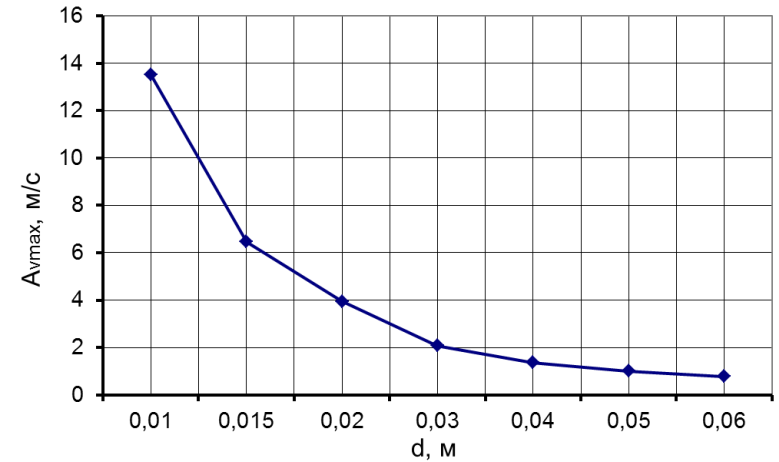


Рисунок 2 – Вплив діаметра  $d$  напірної гідролінії на максимальну амплітуду коливань швидкості руху робочої рідини

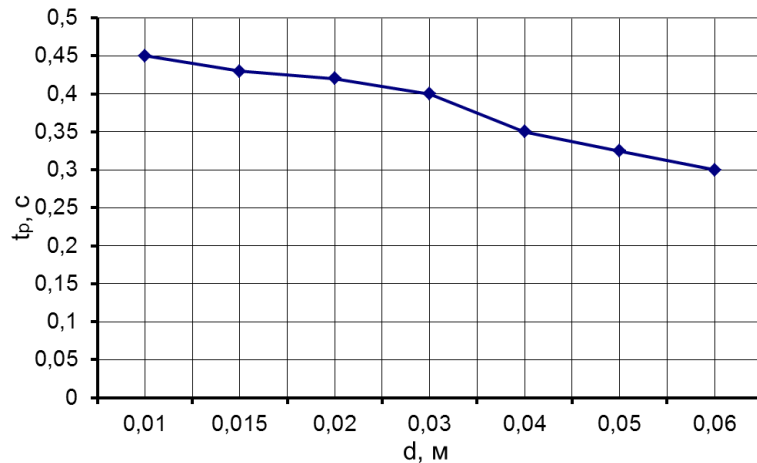


Рисунок 3 – Вплив діаметра  $d$  напірної гідролінії на тривалість переходного (хвильового) процесу

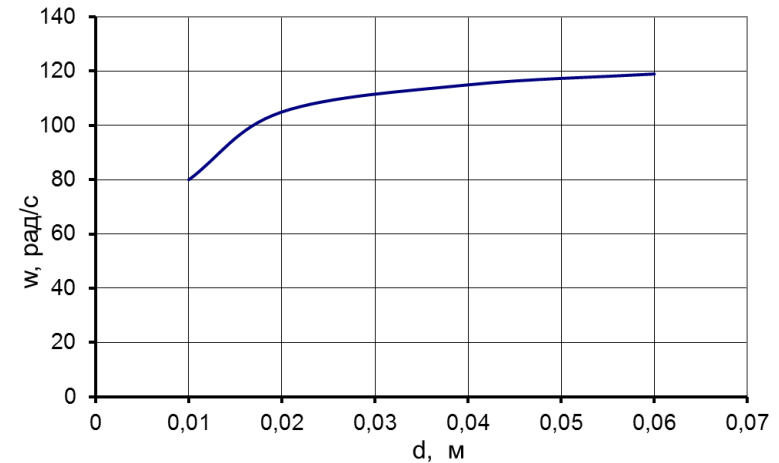


Рисунок 4 – Вплив діаметра  $d$  напірної гідролінії на частоту коливань тиску і швидкості рідини

# Вплив приведенного модуля пружності гідролінії на перехідні (хвильові) процеси

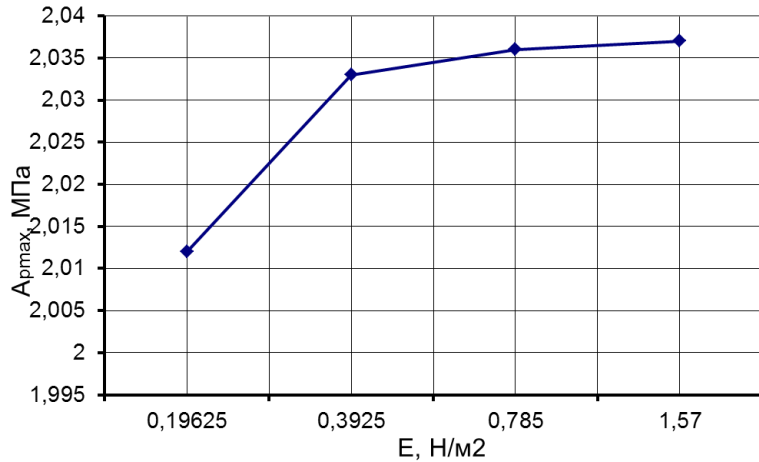


Рисунок 1 – Вплив приведенного модуля пружності  $E$  напірної гідролінії на максимальну амплітуду коливань тиску

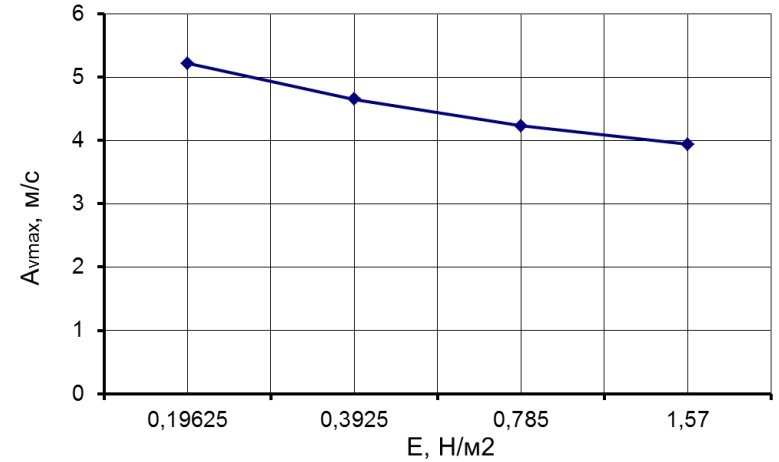


Рисунок 2 – Вплив приведенного модуля пружності  $E$  напірної гідролінії на максимальну амплітуду коливань швидкості руху робочої рідини

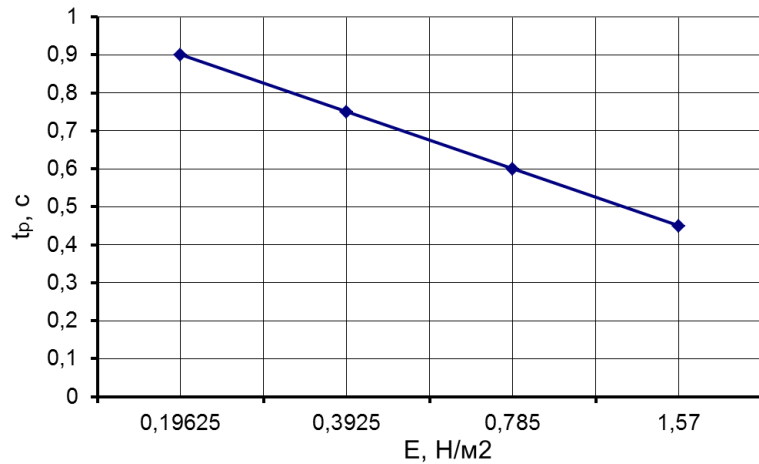


Рисунок 3 – Вплив приведенного модуля пружності  $E$  напірної гідролінії на тривалість перехідного (хвильового) процесу

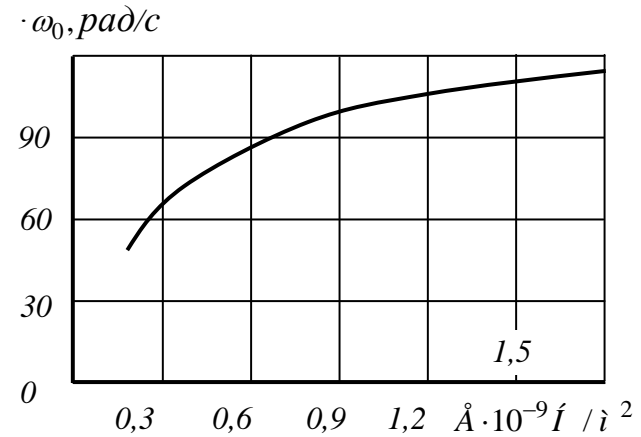
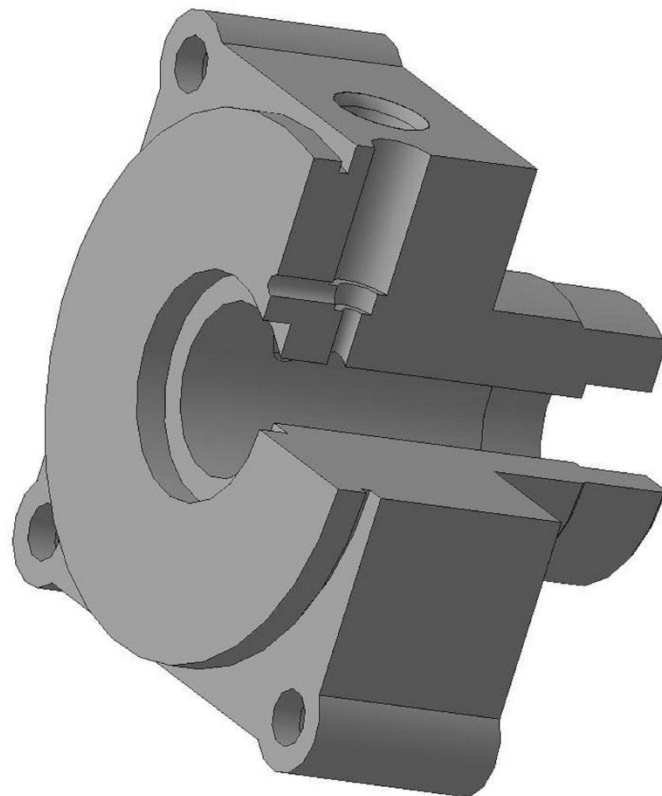
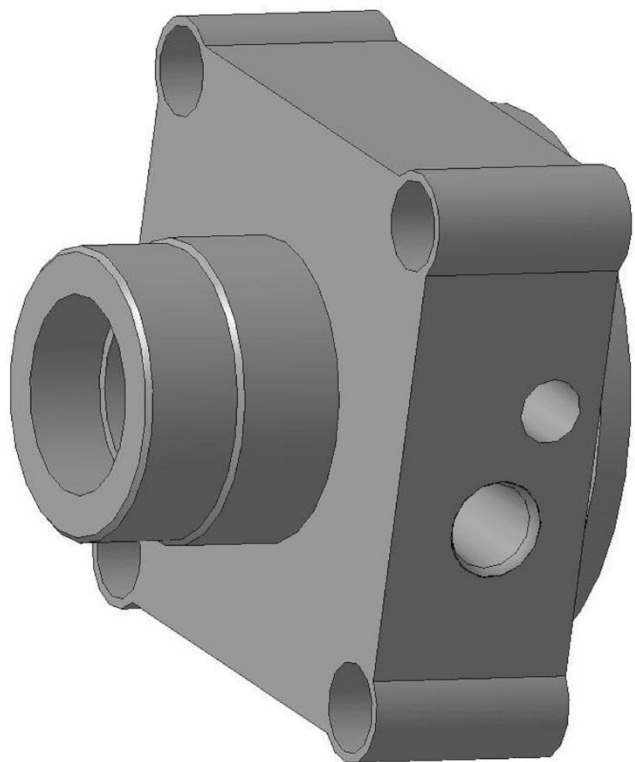


Рисунок 4 – Вплив приведенного модуля пружності  $E$  напірної гідролінії на частоту коливань тиску і швидкості рідини



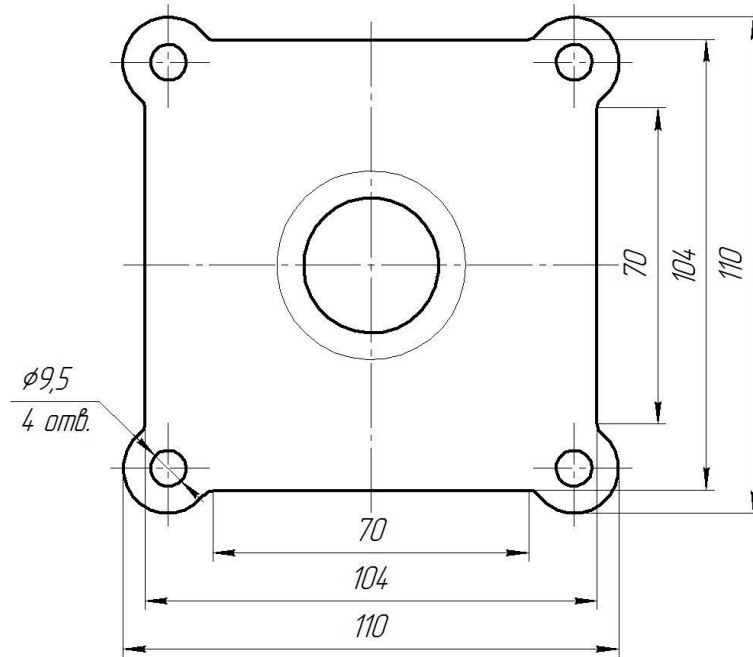
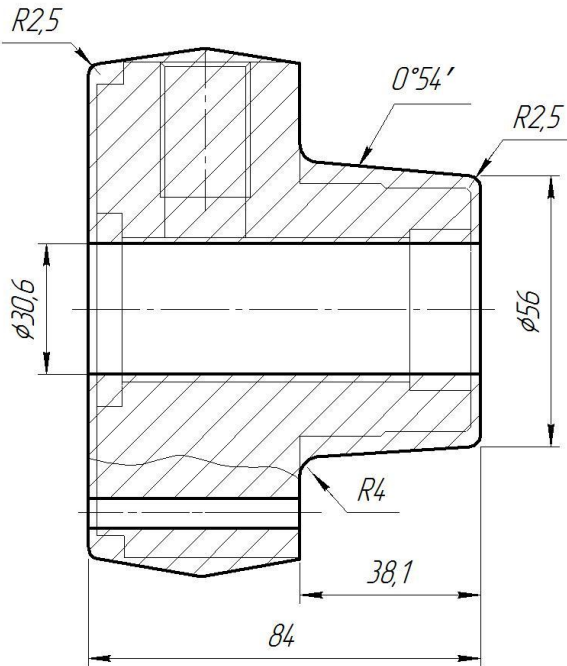
*3D-модель деталі "Кришка"*



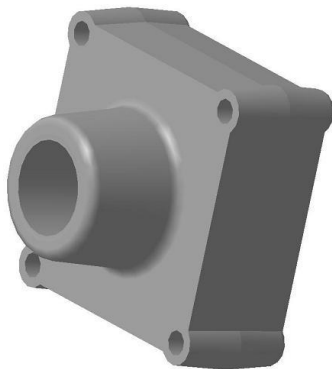


08-26.МКР.019.00.002

✓ Ra 50



3D-модель заготовки "Кришка"



1. Точність виливка 5т-4-5-5т-3м,0,56 ГОСТ 26645-85.
2. Маса 1,2-0,6-0,3-1,3 ГОСТ 26645-85.
3. Невказані на креслені радіуси заокруглення R2, формувальні нахили 0°54'..1°54'.
4. 85...105 НВ.

				08-26.МКР.019.00.002			
Мзм	Лист	№ док-м.	Підп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разроб.	Мирошинець Т.В.					1,39	1:1
Проб.	Репінський С.В.				Лист		Листов 1
Т.контр.					Сплав АК12 ГОСТ 1583-93		
Н.контр.	Савуляк В.В.				ВНТУ, ст. зр. 1ПМ-16м		
Утв.	Козлов Л.Г.				Формат А3		

Копіював

Формат А3

Перв. примен.

Спроб. №

Лист. у дана

Лист. № док-м.

Взам. шкід. №

Лист. у дана

Лист. № подл.

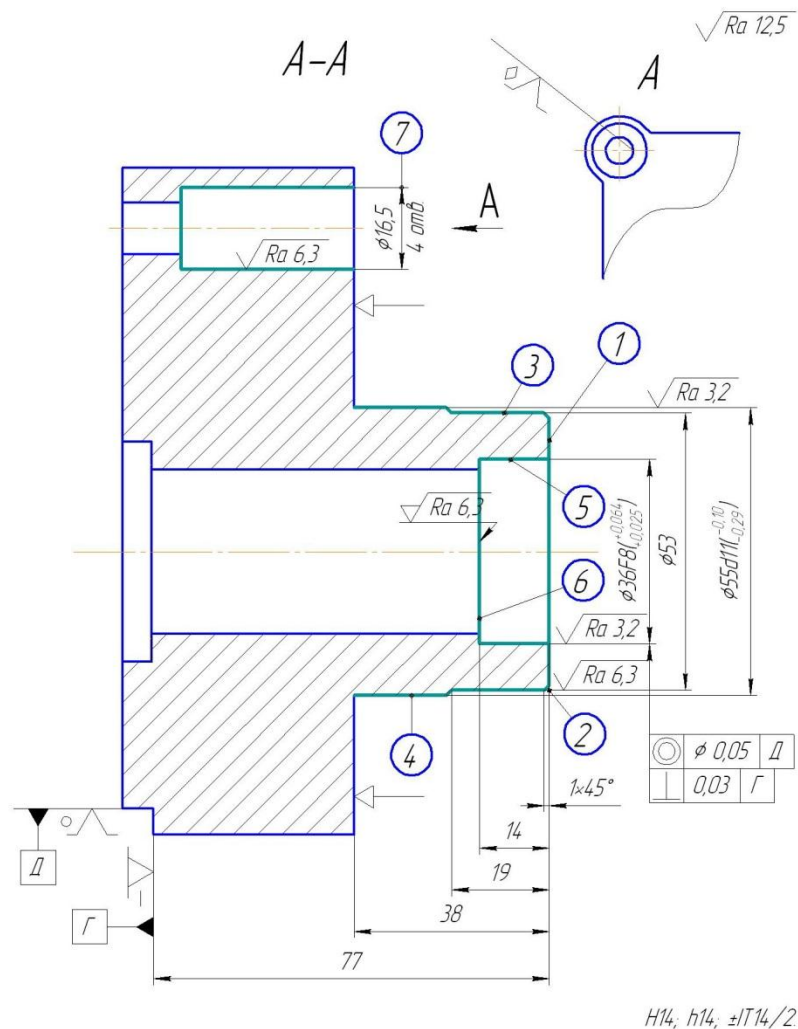
# Маршрут механічної обробки

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Ескіз обробки та схема устанавлення	Тип і модель обладнання
005	<p><u>Комбінована з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Підрізати торець 1 однократно, точити поверхню 2, 3 попередньо в розмірі <math>\phi 100,2^{+0,1}</math> мм, <math>l=7,5</math> мм.</li> <li>3. Точити поверхні 2, 3 остаточно.</li> <li>4. Розточити поверхні 4, 5, 6 попередньо в розмірі <math>\phi 31,77_{-0,1}</math> мм, <math>\phi 41,796_{-0,1}</math> мм, <math>l = 5,5</math> мм.</li> <li>5. Розточити поверхні 5, 6, 4 остаточно.</li> <li>6. Точити канавку 7.</li> <li>7. Центрувати 1 отвір 8 в розмірі <math>\phi 4</math>, <math>l= 4</math> мм.</li> <li>8. Свердлити 1 отвір 8.</li> <li>9. Розсвердлити 4 отвори 9.</li> <li>10. Зняти заготовку.</li> </ol>	<p>Technical drawing showing the mechanical part with dimensions and surface finish requirements. The drawing includes a top view and a section A-A. Key dimensions and tolerances are: <math>\phi 100,2^{+0,1}</math> mm, <math>\phi 31,77_{-0,1}</math> mm, <math>\phi 41,796_{-0,1}</math> mm, <math>\phi 4</math> mm, <math>\phi 96</math> mm, <math>\phi 100,2^{+0,1}</math> mm, <math>\phi 46,8</math> mm, <math>\phi 4</math> mm. Surface finish requirements: <math>\sqrt{Ra 12,5}</math>, <math>\sqrt{Ra 6,3}</math>, <math>\sqrt{Ra 3,2}</math>. Geometric tolerances: <math>\phi 0,05</math> (M), <math>\phi 0,03</math> (G).</p>	<p>Токарний багатоцільовий верстат з ЧПК 1П420ПФ40</p>

010

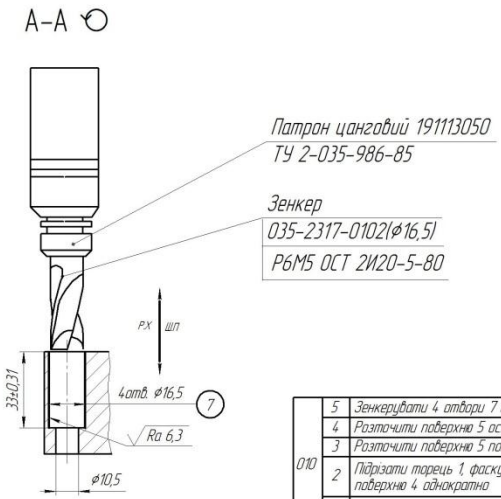
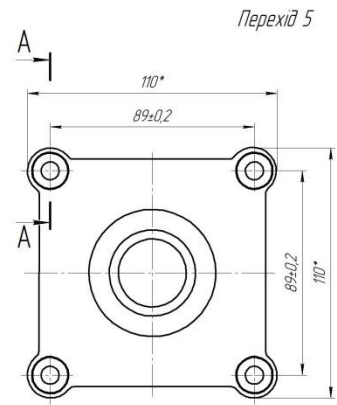
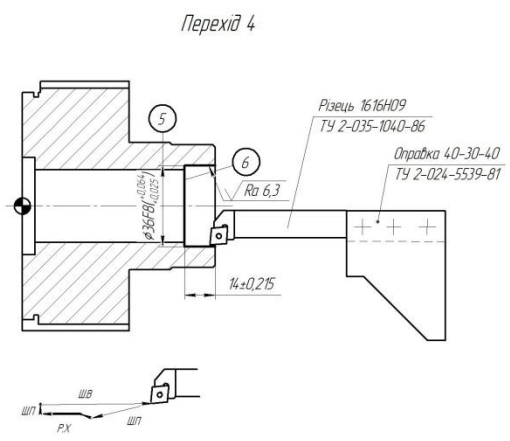
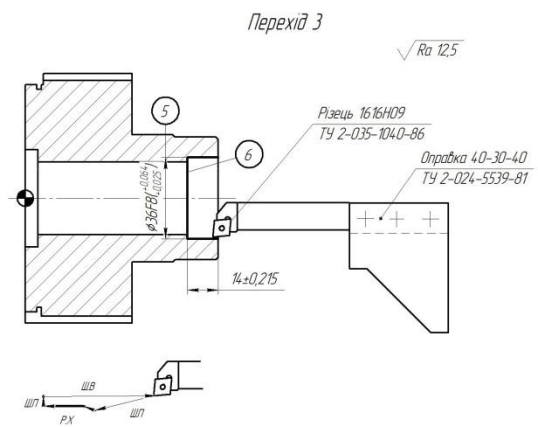
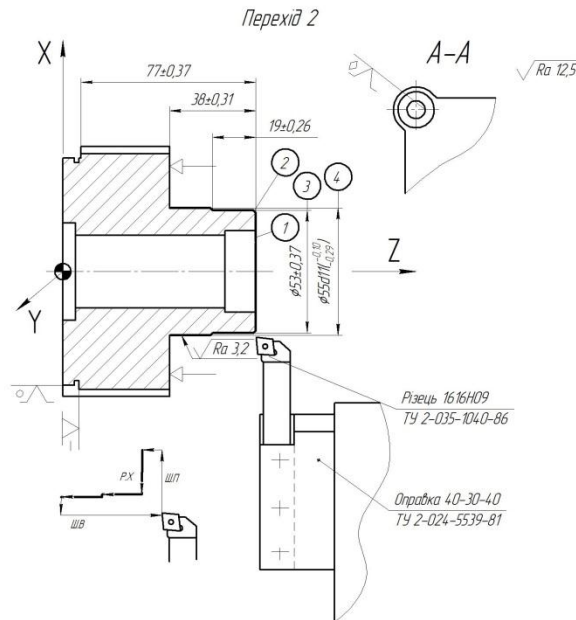
Токарно-револьверна з ЧПК

1. Встановити і закріпити заготовку.
2. Підрізати торець 1, точити фаску 2, поверхню 3, поверхню 4 однократно.
3. Розточити поверхню 5 з підрізанням торця 6 попередньо в розмірі  $\phi 36,332_{-0,1}$  мм,  $l=13,5$  мм.
4. Розточити поверхню 5 з підрізанням торця 6 остаточно.
5. Зенкерувати 4 отвори 7 однократно.
6. Зняти заготовку.



Токарний  
багатоцільовий  
верстат  
з ЧПК  
1П420ПФ40

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Ескіз обробки та схема установлення	Тип і модель обладнання
015	<p><u>Вертикально-свердлильна</u> <u>з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Центрувати отвори 1, 2 в розмір <math>\phi 10</math> мм, <math>l=8</math> мм.</li> <li>3. Свердлити отвір 1 в розмір <math>\phi 17</math> мм, зенкувати фаску 2.</li> <li>4. Нарізати різьбу в отворі 1.</li> <li>5. Свердлити отвір 3, зенкерувати отвір 4.</li> <li>6. Зенкерувати отвір 5 в розмір <math>\phi 10</math> мм, зенкувати фаску 6.</li> <li>7. Нарізати різьбу в отворі 5.</li> <li>8. Зняти деталь.</li> </ol>	<p style="text-align: center;">H14, h14, ±IT14/2</p>	<p>Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2P135Ф2</p>



010	5	Зенкерувати 4 отвори 7 однократно	4145	2	800	0,15
	4	Розточити поверхню 5 остаточно	1413	05,05	1250	0,1
	3	Розточити поверхню 5 попередньо	87,9	15,10	800	0,25
2	Підготувати таріць 1, фаску 2, поверхню 3, поверхню 4 однократно	138,2	0,43	800	0,25	15,05
	1	Встановити і зняти деталь	-	-	-	-
№ операції	№ тарічки	Тарічка-револьверна з ЧПК	№/№	1 шт	№/№/№	5 шт/шт
		Облаштування	Режими різання			

08-26.МКР.019.00.4.00

Карта налагоджень			Лист	Маса	Масштаб
Від	Місця	Год	Лист		
Розроб	Перевіряє	Лист			
Технік		Лист	Листов	1	
Начальник	Соборук В.В.				ВНТУ
Міст	Козубов Л.Г.				ст. гр. 1174-164
			Календар		Формат А1

Лист 1 з 1  
Лист 2 з 2  
Лист 3 з 3  
Лист 4 з 4  
Лист 5 з 5  
Лист 6 з 6  
Лист 7 з 7  
Лист 8 з 8  
Лист 9 з 9  
Лист 10 з 10  
Лист 11 з 11  
Лист 12 з 12  
Лист 13 з 13  
Лист 14 з 14  
Лист 15 з 15  
Лист 16 з 16  
Лист 17 з 17  
Лист 18 з 18  
Лист 19 з 19  
Лист 20 з 20  
Лист 21 з 21  
Лист 22 з 22  
Лист 23 з 23  
Лист 24 з 24  
Лист 25 з 25  
Лист 26 з 26  
Лист 27 з 27  
Лист 28 з 28  
Лист 29 з 29  
Лист 30 з 30  
Лист 31 з 31  
Лист 32 з 32  
Лист 33 з 33  
Лист 34 з 34  
Лист 35 з 35  
Лист 36 з 36  
Лист 37 з 37  
Лист 38 з 38  
Лист 39 з 39  
Лист 40 з 40  
Лист 41 з 41  
Лист 42 з 42  
Лист 43 з 43  
Лист 44 з 44  
Лист 45 з 45  
Лист 46 з 46  
Лист 47 з 47  
Лист 48 з 48  
Лист 49 з 49  
Лист 50 з 50  
Лист 51 з 51  
Лист 52 з 52  
Лист 53 з 53  
Лист 54 з 54  
Лист 55 з 55  
Лист 56 з 56  
Лист 57 з 57  
Лист 58 з 58  
Лист 59 з 59  
Лист 60 з 60  
Лист 61 з 61  
Лист 62 з 62  
Лист 63 з 63  
Лист 64 з 64  
Лист 65 з 65  
Лист 66 з 66  
Лист 67 з 67  
Лист 68 з 68  
Лист 69 з 69  
Лист 70 з 70  
Лист 71 з 71  
Лист 72 з 72  
Лист 73 з 73  
Лист 74 з 74  
Лист 75 з 75  
Лист 76 з 76  
Лист 77 з 77  
Лист 78 з 78  
Лист 79 з 79  
Лист 80 з 80  
Лист 81 з 81  
Лист 82 з 82  
Лист 83 з 83  
Лист 84 з 84  
Лист 85 з 85  
Лист 86 з 86  
Лист 87 з 87  
Лист 88 з 88  
Лист 89 з 89  
Лист 90 з 90  
Лист 91 з 91  
Лист 92 з 92  
Лист 93 з 93  
Лист 94 з 94  
Лист 95 з 95  
Лист 96 з 96  
Лист 97 з 97  
Лист 98 з 98  
Лист 99 з 99  
Лист 100 з 100

## ВИСНОВКИ

У виконаній магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто гідравлічний привод поступального руху, який включає довгу напірну гідролінію.

1. Проведено огляд робіт по імітаційному дослідженню хвильових процесів в довгих гідравлічних лініях технологічних та мобільних машин.

2. Розроблено математичну модель гідравлічного приводу поступального руху з довгою напірною гідролінією, яка представлена як система з розподіленими параметрами та описується системою диференціальних рівнянь в частинних похідних, що перетворені до звичайних диференціальних рівнянь кінцево-різницеvim методом.

3. Розроблена основна блок-схема для імітаційного моделювання перехідних (хвильових) процесів в гідроприводі поступального руху з довгою напірною гідролінією в програмному середовищі MATLAB Simulink.

4. Розроблені блок-схеми підсистем для визначення параметрів роботи складових елементів гідроприводу та параметрів хвильових процесів.

5. Виконані імітаційні дослідження в середовищі MATLAB Simulink перехідних (хвильових) процесів, що виникають при ступінчастій зміні технологічного навантаження при різних довжинах, діаметрах напірної гідравлічної лінії та при зміні приведенного модуля пружності.

6. Представлені перехідні процеси при зміні параметрів гідроприводу, зроблені висновки.

7. Представлені діаграми коливань параметрів хвильових процесів (тиску, швидкості руху рідини) на ділянках гідравлічної лінії при зміні її параметрів, зроблені висновки.

8. Побудовані графічні залежності, що демонструють вплив довжини, діаметра напірної гідравлічної лінії та приведенного модуля пружності на тривалість перехідного (хвильового) процесу, на частоту коливань змінних.

9. Отримані залежності дають можливість вибрати при розробці конструкції гідравлічних систем такі параметри гідравлічної лінії та робочої рідини, які забезпечать необхідні характеристики роботи виконавчого гідродвигуна.

10. Удосконалено технологічний процес механічної обробки деталі типу «Кришка» (складової вузла гідроприводу), виконані розрахунки та економічне обґрунтування доцільності виконаної роботи.

*Дякую  
за  
увагу!*