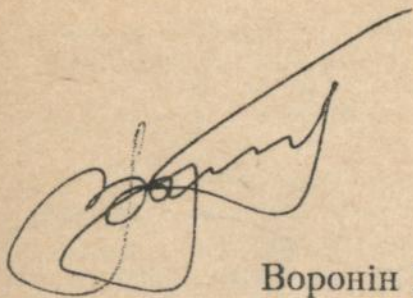


Міністерство освіти України  
Державна академія легкої промисловості  
України



УДК 685.31.052  
На правах рукопису

Воронін Генадій Федорович

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ СИНХРОНІЗАЦІЇ  
ВИРУБНИХ ПРЕСІВ ЛЕГКОЇ  
ПРОМИСЛОВОСТІ**

Спеціальність 05.19.09 - Машини та агрегати  
легкої промисловості

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ - 1996

67.05

AB 36.637

Дисертацією є рукописом.  
Робота виконана на кафедрі "Машини та апарати легкої промисловості" Державної академії легкої промисловості України та апарати легкої промисловості Поділля (м.Хмельницький)

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00760936 (V)

**Наукові керівники -**

кандидат технічних наук,  
доцент **Сівченко Ніна Андріївна**,  
кандидат технічних наук,  
доцент Скиба Микола Єгорович

**Офіційні опоненти: -**

доктор технічних наук,  
професор Петко Ігор Валентинович,  
кандидат технічних наук,  
доцент Лівшін Костянтин Васильович

**Провідна організація -**

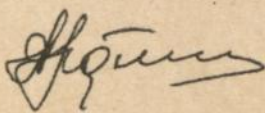
Чернігівський технологічний інститут

Захист відбудеться 05 лютого 1997 р. о 10 годині  
на засіданні Спеціалізованої вченої Ради Д 01.17.01 Державної академії легкої промисловості України за адресою:  
252011 м.Київ, вул.Немировича-Данченка, 2, зал засідань.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотечі академії.

Автореферат розіслано 03 січня 1997 р.

Вчений секретар  
Спеціалізованої вченої Ради



Тарасенко А.І.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В роботі викладено результати наукових досліджень систем синхронізації гідравлічних вирубних пресів легкої промисловості, які забезпечують безперекосний рух траверси відносно стола преса, та вплив їх неточної роботи на довговічність вирубних плит. Наведено аналітичну формулу для визначення кута перекосу траверси пресів ПВГ-18 та ПОТГ, яка дозволяє оцінити вплив конструктивних і технологічних факторів на перекосяк. Виявлено причини підвищених перекосяків траверси. Визначено вплив перекосяку траверси на спрацювання вирубних плит. Запропоновано конструкції, які зменшують перекосяк траверси та його вплив на спрацювання вирубних плит.

**Актуальність роботи.** Для досягнення вищого світового рівня продуктивності суспільної праці, якості продукції та ефективності виробництва нашому суспільству в економічній області потрібно переведення народного господарства на рейки інтенсивного розвитку.

Ключова роль у вирішенні цієї задачі відводиться машинобудуванню та, зокрема, легкій промисловості. Найбільшого застосування у взуттєвій та шкіргалантерейній галузях промисловості для розкроювання натуральних та штучних листових матеріалів на деталі виробів набули електрогідравлічні траверсні преси з рухомою траверсою, як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Розповсюджується застосування таких пресів у швейній промисловості. Останнім часом у зв'язку з більш широким застосуванням натуральних матеріалів та багатодетальних різаків з'явилася тенденція до збільшення робочих сил таких пресів.

Оснóвний недолік вирубних пресів з рухомою траверсою - перекосяк траверси відносно стола, що виникає при роботі преса. Досвід роботи підприємств легкої промисловості показує, що цей перекосяк викликає небажані наслідки: поламаання пресів та різаків, підвищене спрацювання вирубних плит, зменшення продуктивності праці виробників, зменшення терміну служби пресів, збільшення споживання електроенергії, підвищений шум та вібрації.

Технологічною причиною перекосяків рухомої траверси, яку неможливо усунути, є необхідність розміщення різака у будь-якому місці широкого проходу преса. При нецентральному розміщенні різака навантаження на приводні двигуни на краях проходу преса відрізняються одне від одного. Це призводить до неоднакового ходу двигунів і, як наслідок, до перекосяку траверси відносно стола. Для паралельності траверси і стола преса при роботі в конструкції пресів введена спеціальна система синхронізації - система об'ємного дозування поступаючої в гідродвигуни робочої рідини, але її робота недостатньо ефективна.

Перекосяки траверси можуть досягати різних значень, у тому числі й набагато більших за розрахункові. В роботах, присвячених

дослідженням перекосів траверс вирубних пресів, відзначено це перевищення реальних перекосів над розрахунковими, але повного пояснення цьому не наводиться.

Преси із жорсткою траверсою і рухомою кареткою, які з'явилися останнім часом, усувають недолік пресів з рухомою траверсою - перекосів в них немає. Але така конструкція порівняно легко реалізується тільки для двоколонного преса. Крім того, преси з рухомою кареткою мають набагато меншу продуктивність внаслідок додаткових втрат часу на горизонтальне переміщення великої та важкої каретки. Із збільшенням робочого зусилля преса цей їх недолік істотно зростає.

Перспективні способи розкרוювання також не вільні від недоліків. Головний - погіршуються властивості розкרוюваних матеріалів після операції: при розкרוюванні водним струменем матеріал стає дірчастим і втрачає міцність, при розкרוюванні променем лазера, навпаки, матеріал стає занадто жорстким і також втрачає міцність. Таким чином, головна перевага двох останніх способів розкרוювання - економія матеріалів - зводиться майже нанівець збільшенням припусків у зв'язку з погіршенням властивостей матеріалу.

**Мета роботи та задачі досліджень.** Подана дисертаційна робота є комплексним дослідженням систем синхронізації вирубних пресів легкої промисловості, які застосовуються для безперекосного руху траверс таких пресів, перекосів траверс, викликаних незадовільною роботою таких систем, з метою розробки рекомендацій і пристроїв, що зменшують ці перекоси та їх наслідки.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі задачі:

- аналітичне визначення величин перекосів траверси вирубно-го преса;
- експериментальне визначення величин перекосів та визначення факторів, які призводять до надмірного перекоосу траверси;
- аналітичне дослідження впливу перекоосу траверси на якість процесу вирубування;
- експериментальна перевірка впливу перекоосу траверси на якість процесу вирубування;
- розробка конструкцій пристроїв, які зменшують перекоос траверси, та його вплив на якість процесу вирубування.

**Характеристика методів досліджень.** В роботі застосовувались аналітичні та експериментальні методи досліджень. Методологічною основою досліджень є теоретичні положення статистики, гідравліки і гідроприводу, опору матеріалів.

Постановка експериментальних досліджень і обробка їх результатів проводилась із застосуванням методів математичного планування, статистики і моделювання.

Всі розрахунки здійснювались на ЕОМ IBM-486. При постановці експериментів застосовувались універсальні і спеціальні вимірвальні прилади.

**Наукова новизна.** В аналітичній частині досліджень перекосів траверс пресів легкої промисловості розроблено модель перекосу траверси вирубного преса з об'ємною системою синхронізації із врахуванням конструктивних і технологічних параметрів.

В аналітичній частині досліджень впливу перекосів траверс пресів на довговічність вирубних плит розроблено модель впливу перекосів на точність зупинки траверси, на основі якої запропоновано функцію перерубів, що дозволяє оцінити величину надмірного заглиблення різака у вирубну плиту в залежності від конструктивних і технологічних параметрів і знайти шляхи підвищення довговічності вирубних плит.

Аналітично доведено працездатність нового пристрою автоматичної зупинки траверси преса.

В експериментальній частині розроблено методику і прилад для визначення кута перекосу траверси та деяких конструктивних і технологічних параметрів при вирубванні.

Запропоновано методики визначення вмісту нерозчиненого повітря в гідромагістралях преса, якості ущільнень гідросистеми.

Одержано регресійні моделі кута перекосу траверси, вмісту повітря в гідромагістралях преса.

Виявлено залежності перерубів від ексцентриситету розташування різака та зусилля вирубання і їх зменшення при застосуванні нового приладу автоматичної зупинки траверси.

**Практична цінність роботи.** Запропоновано змінити ущільнення в гідродозаторі для зменшення перетоків крізь ці ущільнення та зменшення величини перекосу траверси.

Запропоновано формулу для визначення кута перекосу траверс пресів ПВГ-18 і ПОТГ в залежності від конструктивних і технологічних параметрів.

Запропоновано систему синхронізації, захищену авторським свідоцтвом, яка дозволяє знизити перекос траверс на порядок порівняно з існуючими системами синхронізації.

Запропоновано чотири варіанти нових пристроїв автоматичної зупинки траверси преса з метою зменшення спрацювання вирубних плит. На два таких прилади отримано авторське свідоцтво і патент Російської Федерації. Два з чотирьох варіантів приладів впроваджені на Хмельницькому виробничому об'єднанні "Шкіргалантерея".

Результати розробок і досліджень дисертаційної роботи застосовуються в Технологічному університеті Поділля (м.Хмельницький) при виконанні курсових, дипломних робіт і постановці науково-дослідницької роботи студентів, а також при читанні лекцій з курсів

"Машини та апарати легкої промисловості", "Машини та апарати взутового виробництва", "Техніка і технологія галузі".

#### **Рівень реалізації, впровадження наукових розробок.**

Результати досліджень використовуються в учбовому процесі на кафедрі "Машини та апарати легкої промисловості" Технологічного університету Поділля, використовуються в Хмельницькому виробничому об'єднанні "Шкіргалантерея" при розкроюванні штучних листових матеріалів.

**Апробація.** Основні положення і результати дисертаційної роботи були подані і одержали позитивну оцінку: на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу Хмельницького технологічного інституту (1982-1994р.р.), Технологічного університету Поділля (1994-1996 р.р.), на республіканському науково-практичному семінарі "Перспективи розвитку виробництва товарів народного потребления и сферы услуг" (м.Хмельницький, 1990 р.), на міжнародній науково-технічній конференції "Вдосконалення обладнання легкої промисловості та складної побутової техніки" (м.Хмельницький, 1993 р.), на науково-практичній конференції "Наукові основи сучасних прогресивних технологій" (м.Хмельницький, 1994 р.), на науково-практичній конференції "Технологічний університет в системі реформування освітньої та наукової діяльності Подільського регіону" (м.Хмельницький, 1995 р.), на ювілейній науковій конференції професорсько-викладацького складу, присвяченій 65-річчю заснування Київської академії легкої промисловості (м.Київ, 1995 р.)

**Публікації.** З теми дисертації опубліковано 14 друкованих праць, в тому числі отримано два авторських свідоцтва і один патент Російської Федерації.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків і практичних рекомендацій, списку літератури і додатків. Вона викладена на 161 сторінках, ілюстрована 48 рисунками та 16 таблицями, вміщує бібліографічний список з 79 найменувань основних використаних праць. Додатки викладено на 14 сторінках.

**Декларація конкретного особистого вкладу дисертанта в розробку наукових результатів, що виносяться на захист.**

Дисертація має тільки ті наукові результати, які отримані дисертантом особисто.

На захист виносяться:

- аналітична модель кута перекоосу траверси вирубного преса легкої промисловості;
- методика експериментального визначення вмісту нерозчинного повітря в приводних гідромагістралях преса;
- аналітична модель впливу перекоосу траверси на довговічність вирубних плит;

- вирішення задачі синтезу нових пристроїв автоматичної зупинки траверси.

### **Стислий зміст роботи**

У вступі дано обґрунтування актуальності дисертаційної роботи, сформульовано її мету, розкрито її наукову новизну і практичну цінність, наведено стислий зміст розділів.

В першому розділі проведено аналіз праць, присвячених дослідженням траверсних вирубних пресів легкої промисловості, розглянуто питання синхронізації руху траверс пресів легкої промисловості на прикладах вітчизняних та іноземних конструкцій, виконано аналіз систем синхронізації, що використовуються в конструкціях траверсних пресів легкої промисловості, з точки зору загальних питань синхронізації руху гідроприводів гідрофікованих машин і механізмів, сформульовано задачі досліджень.

У вітчизняній легкій промисловості парк траверсних вирубних пресів складається, в основному, з електрогідролічних пресів типів ПВГ-48 і ПОТГ різних модифікацій. В основі їх конструкцій лежить одна і та ж схема привода траверси в вертикальному (робочому) русі: траверсу пересувають вниз жорстко прикріплені до кінців траверси гідроциліндри, рідина в гідроциліндри подається спеціальним поршневим дозатором - за задумом конструкторів - з однаковою об'ємною швидкістю як до лівого, так і до правого гідроциліндрів. Після вирубання деталі траверса підіймається в верхнє положення спеціальними пружними елементами, при цьому рідина із гідроциліндрів витискується назад до дозатора.

Така система синхронізації за загальною класифікацією належить до об'ємних систем синхронізації з дозуванням робочої рідини. Вони мають задовільну надійність, простоту виконання, можливість роботи в широкому діапазоні швидкостей і тисків, але мають низьку точність синхронізації (90-95%), яка залежить від багатьох параметрів, що змінюються.

Автори деяких праць вказують на виникаючий при роботі вздовж усього проходу преса перекоп траверс пресів типу ПВГ-18 і ПОТГ, що перевищує допустимі і розрахункові значення. Серед причин, що викликають це перевищення, називається наявність нерозчищеного повітря в замкнутих дозуючих гідромагістралях, однак вказується тільки максимальне значення цього параметру без аналізу кількості нерозчищеного повітря в окремих гідромагістралях і причин його появи. В опублікованих працях витоками і перетоками рідини або зовсім зневажають або приймають їх вплив на кінцевий перекоп у розмірі 2%, враховуючи витоки і перетоки виникаючими в кільцевому зазорі між герметизуючим металевим кільцем і дзеркалом гідроциліндра. Реальної перевірки відповідності аналітичних і експериментальних даних не проведено.

Аналіз відомих систем синхронізації, які використовуються для безперекосного руху траверс вирубних пресів легкої промисловості, показав велику різноманітність таких систем, які задовільняють найбільш докладній класифікації систем загального машинобудування. Ця різноманітність свідчить, з одного боку, про труднощі у виконанні такої задачі, з іншого боку, - про те, що найкраще вирішення проблеми ще не знайдено.

У **другому розділі** розглянуто загальну конструкцію вирубного траверсного преса з точки зору роботи системи синхронізації. Проведено статичний аналіз сил, які діють на траверсу в процесі вирубування, і на його основі одержано математичну модель роботи гідравлічної об'ємної та механічної систем синхронізації, що працюють спільно.

Аналітично визначено величини тисків рідини в приводних гідроциліндрах в залежності від конструктивних і технологічних факторів. Одержано аналітичну модель зміни кута перекосу траверси вирубного преса відносно стола, що враховує основні технологічні фактори: зусилля вирубування, місце розміщення різака на столі, товщину і кількість шарів матеріалу, який розрубється, з урахуванням таких процесів: деформації металевих частин траверси при розтягувальних навантаженнях, розширення замкнених порожнин гідросистеми, стискування масла в замкнених гідромагістралях, стискування нерозчиненого повітря в замкнених гідромагістралях, витікання робочої рідини з гідромагістралей в атмосферу, перетікання робочої рідини між замкнутими гідромагістралями і між ними та іншими елементами гідравлічної системи, прогину траверси під навантаженням. Визначена кінцева формула залежності зміни кута перекосу від вищеназваних факторів.

Виконано аналіз одержаної аналітичної залежності кута перекосу. Встановлено, що негерметичність ущільнень гідросистеми, і, особливо, камер дозатора, значно впливає на кут перекосу.

Запропоновано нову конструкцію системи синхронізації вирубного преса, яка дозволяє набагато зменшити перекоп траверс.

На рис. 1 подана частина гідростатичної схеми вирубного преса, яка виконує основний робочий рух траверси до стола при вирубуванні.

Переміщення траверси 1 до стола 2 виконується двома рухомими гідроциліндрами-скалками 4, в які дозатором 5 рівними об'ємами подається масло. Дозування масла здійснюється витискуванням рівних його об'ємів із двох камер А і Б дозатора при русі жорсткого поршня.

Зворотній хід траверси догори здійснюється пружними елементами 8, роль яких виконують пружини стиску або замкнуті порожнини із стисненим повітрям. Подача масла в скалки при цьому припиняється, і масло з них перетікає назад до дозатора.

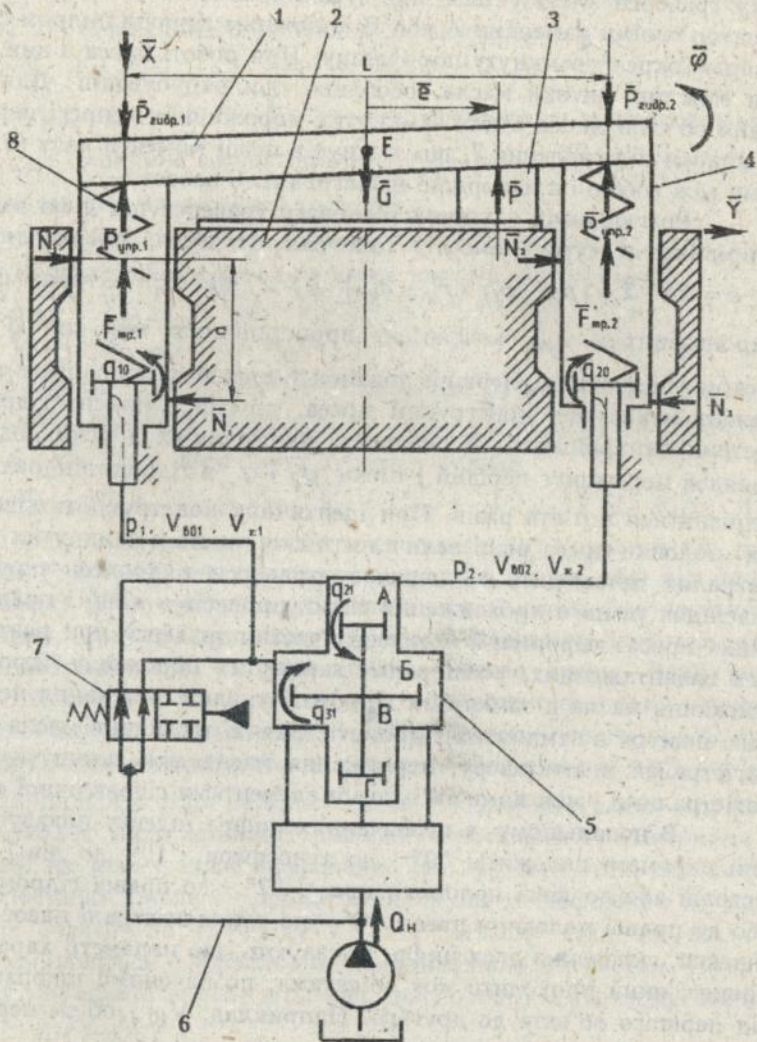


Рис.1. Гідростатична схема преса

Дозатор 5, крім дозуючих камер А і Б, має дві приводні камери В і Г. При холостому русі траверси вниз насос постійної продуктивності подає масло до камери Г, яка має невелику площу поперечного перерізу. Рух траверси вниз здійснюється відносно швидко. До камери В масло засмоктується з бака.

При дотику траверси до різака 3 зусилля на траверсу різко збільшується, зростає тиск масла, що подається насосом, і апаратуру керування до насосу підключається порожнина В. Швидкість

руху траверси зменшується, але зусилля, яке створює прес, зростає. Дозатор своїми камерами А або Б із кожним гідроциліндром-скалкою створює окрему замкнуту порожнину. При роботі преса з цих порожнин можливі витіки масла, особливо при вирубуванні. Для поповнення об'ємів масла в цих замкнутих порожнинах в пресі передбачено клапан підживлення 7, що з'єднує в певні моменти часу ці порожнини між собою і з напорною магістраллю 6 насоса.

Розглядаючи статичну рівновагу траверси під дією всіх сил і прирівнюючи суми моментів цих сил до нуля, одержуємо вираз  $P \cdot e = 2N \cdot a + (p_2 - p_1) \cdot (F_{\text{ц}} - c_{\text{уп}}) \cdot L / 2$ , де  $F_{\text{ц}}$  - активна площа гідроциліндрів,  $c_{\text{уп}}$  - коефіцієнт пропорційності між силою тертя і тиском ущільнення. Перший доданок у правій частині цього виразу - момент механічної конструкції преса, другий - момент гідравлічної системи синхронізації. В реальних конструкціях другий доданок на порядок перевищує перший і тиски  $p_2$  і  $p_1$  в гідроциліндрах можуть відрізнитися в п'ять разів. При ідентичних конструкціях лівої і правої половин преса різні величини тисків масла в замкнутих гідромагістралях призводять до перекошу траверси в процесі вирубування внаслідок різного проходження таких процесів в лівій і правій половин преса: деформації металевих частин траверси при розтягувальних навантаженнях, розширення замкнутих порожнин гідросистеми, стискання масла в замкнутих гідромагістралях, стискання нерозчинного повітря в замкнутих гідромагістралях, витікання масла із гідромагістралей в атмосферу, перетікання масла між замкнутими гідромагістралями і між ними та іншими елементами гідравлічної системи.

В подальшому, в позначеннях цифра індексу показує, що даний параметр належить: "0" - до атмосфери, "1" - до лівої гідромагістралі або до лівої половини преса, "2" - до правої гідромагістралі або до правої половини преса, "3" - до гідромагістралі насос-дозатор. Індокси, складені з двох цифр, показують, що параметр характеризує процес, який проходить між об'єктами, позначеними цифрами вище, від першого об'єкта до другого. Наприклад,  $V_{10}$  - об'єм перетоків із лівої гідромагістралі в атмосферу.

Окремо для лівого і правого гідроциліндрів-скалок можна написати: для правого:

$$V_{\text{дозА}} = V_{x2} + V_{20} + V_{21} + V_{23} + V_{cж2} \quad (1)$$

і для лівого:

$$V_{\text{дозБ}} = V_{x1} + V_{10} + V_{12} + V_{13} + V_{cж1}, \quad (2)$$

де  $V_{\text{дозА}}$ ,  $V_{\text{дозБ}}$  - об'єми рідини, які подано в гідромагістралі, відповідно, правого і лівого гідроциліндрів-скалок рухом поршня дозатора за цей період часу;  $V_{xi}$  - об'єм рідини, необхідний для переміщення  $i$ -го гідроциліндра-скалки на відстань  $x_i$ ;  $V_{ij}$  - об'єми

витоків і перетоків із  $i$ -ої області в  $j$ -у;  $V_{c ж i}$  - величина збільшення об'єму  $i$ -ї порожнини і зменшення об'єму рідини в ній.

Але  $V_{ж} = x_i \cdot F_{ц}$ . Також  $x_1 = \delta + f_{т прав} + \varphi \cdot (L / 2 + e)$  і  $x_2 = \delta + f_{т прав} - \varphi \cdot (L / 2 - e)$ , де  $\delta$  - переміщення різака по вертикалі,  $f_{т прав}$  - величина зміни прогину траверси в місці розміщення різака,  $\varphi$  - зміна кута перекосу траверси.

Розв'язуючи систему рівнянь (1) і (2) відносно зміни кута перекосу із врахуванням трьох останніх виразів, одержуємо:

$$\varphi = (V_{доз А} - V_{доз Б} + V_{20} - V_{10} + V_{21} - V_{12} + V_{23} - V_{13} + V_{c ж 2} - V_{c ж 1}) / (L \cdot F_{ц}). \quad (3)$$

Оскільки дозатор має рівні площини камер А і Б і розтягання поршня дозатора несуттєве, то  $V_{доз А} = V_{доз Б}$ . За визначенням  $V_{21} = -V_{12}$ . Тоді, зміна кута перекосу складе

$$\varphi = (V_{20} - V_{10} + 2V_{21} + V_{23} - V_{13} + V_{c ж 2} - V_{c ж 1}) / (L \cdot F_{ц}). \quad (4)$$

Процес вирубування розбито на три етапи: холостий хід траверси вниз і перемикання траверси з холостого на робочий хід; стискання настилу до початку прорубування першої деталі при зростанні навантаження; прорубування настилу при постійному навантаженні. Кількість штрихів при змінних означає номер етапу. Визначали кінцевий перекося при вирубуванні, тобто перекося при дотику різакон до вирубної плити, як суму змін перекося на послідовних трьох етапах, позначених у відповідності до розбивки на етапи:  $\varphi'$ ,  $\varphi''$  і  $\varphi'''$ .

На першому етапі перекося тиски у гідромагістралях гідроциліндрів 0-скалок були прийняті рівними атмосфернон. Витоками і перетоками на цьому етапі зневажали. На другому етапі приймали лінійне зростання тисків в гідромагістралях від атмосферного до максимальних значень за час етапу  $t''$ . На третьому етапі за час  $t'''$  тиски не змінюються і дорівнюють максимальним значенням. Причон тиск у приводній камері дозатора на другому і третьому етапах  $p_3 = (p_1 + p_2) / 2$ .

Об'єми витоків і перетоків на другому і третьому етапах визначалися інтегруванням за часом об'ємних швидкостей витоків і перетоків, які для розрізних металевих ущільнювальних кілець визначалися за загальною формулою, як для отвору при турбулентнонупліні:  $q = \mu \cdot f \sqrt{2 \cdot \Delta p} / \rho = k \sqrt{\Delta p}$ , де  $q$  - об'ємна швидкість витокон і перетоку,  $\mu$  - коефіцієнт витрат,  $f$  - площа поперечного перерізу щілини кільця,  $\Delta p$  - різниця тисків на ущільненні,  $\rho$  - густина рідини,  $k$  - коефіцієнт пропорційності.

Вважаючи об'ємну швидкість подачі насоса постійною, можна визначити об'єм рідини, поданої в праву гідромагістраль поршнем

дозатора за період часу  $t''$ :  $V''_{доз А} = 0,5 \cdot (Q_H \cdot t'' - V''_{з1} - V''_{с ж з})$ , де  $Q_H$  - об'ємна швидкість подачі насоса. Із цього рівняння з врахуванням (1) можна знайти  $t''$ . Але  $V''_{доз Б} = V''_{доз А}$ . Підставляючи  $t''$  в останнє рівняння, з врахуванням (2) знайдемо зміну кута перекосу на другому етапі:

$$\varphi'' = \frac{V''_{с ж 2} \cdot C'' - V''_{с ж 1} + 0,5V''_{с ж з}(C'' - 1) + F_{ц}(\delta'' + f''_{р пав}) \cdot (C'' - 1)}{[(L/2 + e) + (L/2 - e) \cdot C''] \cdot F_{ц}}, \quad (5)$$

де

$$C'' = \frac{0,5Q_H - \frac{2}{3}k_{10}\sqrt{p_1^{max}} - \left[ \frac{2}{3}k_{21} + \frac{\sqrt{2}k_{13}}{6} \right] \sqrt{|p_1^{max} - p_2^{max}|} \cdot \text{sign}(p_1^{max} - p_2^{max})}{0,5Q_H - \frac{2}{3}k_{20}\sqrt{p_2^{max}} + \left[ \frac{2}{3}k_{21} + \frac{\sqrt{2}k_{13}}{6} \right] \sqrt{|p_1^{max} - p_2^{max}|} \cdot \text{sign}(p_1^{max} - p_2^{max})}$$

Аналогічно для третього етапу:

$$\varphi''' = \frac{V'''_{с ж 2} \cdot C''' - V'''_{с ж 1} + 0,5V'''_{с ж з}(C''' - 1) + F_{ц}(\delta''' + f'''_{р пав}) \cdot (C''' - 1)}{[(L/2 + e) + (L/2 - e) \cdot C'''] \cdot F_{ц}}, \quad (6)$$

де

$$C''' = \frac{0,5Q_H - k_{10}\sqrt{p_1^{max}} - \left[ k_{21} + \frac{\sqrt{2}}{4}k_{13} \right] \sqrt{|p_1^{max} - p_2^{max}|} \cdot \text{sign}(p_1^{max} - p_2^{max})}{0,5Q_H - k_{20}\sqrt{p_2^{max}} + \left[ k_{21} + \frac{\sqrt{2}k_{13}}{4} \right] \sqrt{|p_1^{max} - p_2^{max}|} \cdot \text{sign}(p_1^{max} - p_2^{max})}$$

Кожне  $V_{с ж}$  визначалося за формулою:

$V_{с ж} = \Delta V_{ж} + \Delta V_p + \Delta V_{г.с} + \Delta V_B$ , де  $\Delta V_{ж}$  - величина стиснення робочої рідини,  $\Delta V_p$  - величина збільшення об'ємів гідромагістралі внаслідок деформації елементів механічної конструкції преса,  $\Delta V_{г.с}$  - величина збільшення об'єму гідромагістралі внаслідок деформації елементів гідравлічної системи преса,  $\Delta V_B$  - величина стиснення нерозчиненого в робочій рідині повітря. Окремі складові останньої формули визначалися таким чином:  $\Delta V_{ж} = V_{ж} \cdot \Delta p / E_{ж.из}$ , де  $V_{ж}$  - величина об'єму рідини, що стискається,  $\Delta p$  - величина збільшення тиску;  $E_{ж.из}$  - ізотермічна жорсткість рідини,  $\Delta V_p = \Delta p \cdot F_{ц} \sum_i (L_i / (E_i F_i)) = \Delta p \cdot K_{\Sigma p}$ , де  $L_i$  - довжина елемента механічної конструкції преса, співвісного з гідроциліндром-скалкою,  $E_i$  - модуль пружності 1-го роду матеріалу цього елемента,  $F_i$  - площа поперечного перерізу цього елемента,

$$\Delta V_{Гс} = \Delta p \cdot \pi \cdot \sum_i (L_i (D_{ni}^2 + D_{vi}^2) / E_i / (D_{ni}^2 - D_{vi}^2)) / 2 = \Delta p \cdot K_{\Sigma Гс}$$

де  $L_i$  - довжина елементу гідромагістралі постійного поперечного перерізу,  $D_{vi}$  - його внутрішній діаметр,  $D_{ni}$  - його зовнішній діаметр,  $\Delta V_B = V_{BH} - V_B = V_{BH}(1 - p_0 / (p + p_0))$ , приймаючи стискання повітря ізотермічним, де  $V_{BH}$  і  $V_B$  - початковий і кінцевий об'єми нерозчиненого повітря.

На першому етапі перекосу тиски в гідромагістралях гідроциліндрів-скалок невеликі, кут перекосу виникає, в основному, за рахунок стиснення нерозчиненого повітря, причому воно на цьому етапі стискається майже до нульового об'єму. Тому, стиснення нерозчиненого повітря відносили тільки до першого етапу. Тобто,

$$V'_{сж1} = V_{BH1} \cdot (1 - p_0 / (p_i^{max} + p_0)) = V_{BH1} \cdot (p_i^{max} / (p_i^{max} + p_0)) \approx V_{BH1}$$

Кут перекосу траверси на першому етапі

$\varphi' = (V'_{сж2} - V'_{сж1}) / F_{ц} / L = (V_{BH2} - V_{BH1}) / F_{ц} / L$ . Об'єми стиснення на другому етапі

$$V''_{сж2} = p_2^{max} (V_{ж2} / E_{ж.из} + K_{\Sigma p2} + K_{\Sigma Гс2}) = p_2^{max} K_{\Sigma 2},$$

$$V''_{сж1} = p_1^{max} (V_{ж1} / E_{ж.из} + K_{\Sigma p1} + K_{\Sigma Гс1}) = p_1^{max} K_{\Sigma 1},$$

$$V''_{сж3} = p_3^{max} (V_{ж3} / E_{ж.из} + K_{\Sigma Гс3}) =$$

$$= (p_1^{max} + p_2^{max}) \cdot (V_{ж3} / E_{ж.из} + K_{\Sigma Гс3}) / 2 = (p_1^{max} + p_2^{max}) K_{\Sigma 3} / 2,$$

де  $K_{\Sigma i}$  - коефіцієнти об'ємної податливості гідромагістралей. Об'єми стиснення на третьому етапі дорівнюють нулю.

Величину прогину траверси на другому етапі прийняли:

$f''_{грав} = K_P \cdot P (1 - 4e^2 / L^2)$ , де  $K_P$  - коефіцієнт податливості траверси щодо прогину. Прогин траверси на третьому етапі дорівнює нулю.

При вирубуванні одношарового матеріалу величина переміщення різака  $\delta''_f = 0,7\delta_{дег}$  і  $\delta''_f = 0$ , де  $\delta_{дег}$  - товщина матеріалу. Для багатшарового матеріалу картина складніша. Наступні (після першого) шари матеріалу поведуть себе як нелінійні пружини. Залежність зусилля від величини стиснення матеріалу, яке залежить від виду матеріалу, розмірів різака, виразили нелінійною характеристикою  $P = K_{\Delta} \cdot \Delta^q$ , де  $P$  - зусилля стиснення,  $K_{\Delta}$  - коефіцієнт пропорційності,  $\Delta$  - величина стиснення,  $q$  - показник ступеня ( $q > 1$ ).

Прийнято, що ця характеристика для кожного шару однакова. Тоді, при збільшенні навантаження до  $P$ , величина переміщення різака становить:

$\delta'' = 0,7\delta_{дег.} + (n-1) \cdot \Delta = 0,7\delta_{дег.} + (n-1) \cdot \sqrt[3]{P/K_{\Delta}}$ , де  $n$  - кількість шарів у настилі. Величина переміщення різака при постійному навантаженні:  $\delta''_n = n\delta_{дег.} - 0,3\delta_{дег.} - \delta''$ , тому що останній шар товщиною  $0,3\delta_{дег.}$  не створює навантаження. Тобто

$$\delta''_n = n\delta_{дег.} - 0,3\delta_{дег.} - 0,7\delta_{дег.} - (n-1) \cdot \sqrt[3]{P/K_{\Delta}} =$$

$$= (n-1) \cdot (\delta_{дег.} - \sqrt[3]{P/K_{\Delta}}). \text{ В загальному вигляді для будь-якої}$$

кількості шарів у настилі  $\delta'' = 0,7\delta_{дег.} + (n-1) \cdot \sqrt[3]{P/K_{\Delta}}$  і

$$\delta''' = (n-1) \cdot (\delta_{дег.} - \sqrt[3]{P/K_{\Delta}}).$$

Остаточо, приймаючи  $K_{\Sigma 1} = K_{\Sigma 2} = K_{\Sigma}$ , для повного кута перекосу за один робочий цикл вирубування можна використовувати формулу:

$$\varphi = \frac{V_{вн 2} - V_{вн 1}}{F_{ц}L} + \frac{(p_2^{max} C'' - p_1^{max}) \cdot K_{\Sigma} + (p_1^{max} + p_2^{max}) \cdot K_{\Sigma} z (C'' - 1)}{[L + (C'' - 1) \cdot (L/2 - e)] \cdot F_{ц}} +$$

$$+ \frac{\left[ 0,7\delta_{дег.} + (n-1) \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{K_{\Delta}}} + K_p P (1 - 4e^2 / L^2) \right] \cdot (C'' - 1)}{[L + (C'' - 1) \cdot (L/2 - e)]} +$$

$$+ \frac{(n-1) \cdot \left( \delta_{дег.} - \sqrt[3]{\frac{P}{K_{\Delta}}} \right) \cdot (C''' - 1)}{L + (C''' - 1) \cdot (L/2 - e)}. \quad (7)$$

Наведена конструкція нової системи синхронізації, робота якої базується на впорскуванні додаткової кількості рідини, пропорційної куту перекосу, слідкуючим гідророзподільником у відстаючий гідроциліндр. Ця система дозволяє на порядок знизити величину кута перекосу.

В **третьому розділі** сформульовано задачі експериментальних досліджень перекосів траверси вирубного преса.

Розроблена експериментальна установка для вимірювання і контролю параметрів преса при ексцентричному навантаженні.

Експериментально перевірено справедливості допущень при виводі аналітичної моделі зміни кута перекосу: про ілaskіcніcть і паралельність робочих поверхонь траверси і стола, про значні величини негерметичності ущільнень, про присутність нерозчиненого повітря у гідромагістралях преса, про можливість виразити залежність прогину траверси від ексцентриситету поліномом другого порядку.

Визначено деякі параметри об'ємної і механічної систем синхронізації, значення яких неможливо отримати розрахунком або величини яких можуть мати різні значення для конкретного преса: ме-

ханічна жорсткість преса щодо перекоосу і прогину, характеристики ущільнень гідромагістралей.

При математичному плануванні двофакторного експерименту отримано лінійні регресійні моделі кута перекоосу траверси, різниці початкових (до початку конкретного вирубування) кількостей нерозчиненого повітря в лівій і правій гідромагістралях преса, самих цих кількостей, в залежності від зусилля навантаження і ексцентриситету розміщення різака вздовж проходу преса.

Встановлено, що аналітична модель відповідає експериментальним даним з точністю 12%.

Встановлено, що витоки и перетоки крізь ущільнення гідросистеми значно більше величин, які наведені у літературі, а вміст нерозчиненого повітря в гідромагістралях - менше.

Встановлено, що ущільнення правої і лівої гідромагістралей можуть значно відрізнятись одне від одного, що призводить до збільшення перекоосу траверси.

Встановлено підвищений вміст нерозчиненого повітря в гідромагістралі, яка має ущільнення, спільне з приводною камерою дозатора.

Встановлено, що вміст нерозчиненого повітря в гідромагістралях змінюється лінійно з переносом різака вздовж проходу, до того ж, з наближенням різака до гідроциліндра вміст повітря в ньому зростає, а з віддаленням - зменшується.

За допомогою тензометричних засобів вимірювалися і контролювалися такі параметри: переміщення  $X_1$  і  $X_2$  (рис.2) лівої та правої сторін траверси, тиски  $p_1$  і  $p_2$  в лівій та правій гідромагістралях преса, зусилля  $P$  навантаження, стан клапана підживлення (КП), дотик траверси до різака (Кс.Тр). Час етапів позначений як  $t_1$ ,  $t_2$  і  $t_3$ .

Кут перекоосу визначався різницею ходу гідроциліндрів. Різниця вмісту нерозчиненого повітря визначалась різницею ходу гідроциліндрів в кінці першого етапу. Вміст повітря в менш навантаженій магістралі знаходили за зміною положення цієї сторони траверси за період переключення траверси з холостого на робочий хід. Вміст повітря в другій магістралі розраховувався за двома попередніми параметрами.

Отримано лінійні регресійні моделі, що з довірчою ймовірністю 95% відображають реальні залежності (ексцентриситет - у метрах, зусилля вирубування - у кілоньютонах):

- кут перекоосу  $\varphi = -0,0415e + 0,028Pe$  (мм/1500 мм  $\pm 0,04$  мм),  
 різниця повітря  $\Delta V_{B0} = -1,365 - 0,00917P - 3,25e + 0,0761Pe$  (см<sup>3</sup>  $\pm 0,4$  см<sup>3</sup>),  
 повітря справа  $V_{B02} = 8,1 + 0,0142P + 2,67e + 0,0125Pe$  (см<sup>3</sup>  $\pm 0,4$  см<sup>3</sup>),  
 повітря зліва  $V_{B01} = 9,45 + 0,0233P + 5,92e - 0,0639Pe$  (см<sup>3</sup>  $\pm 0,4$  см<sup>3</sup>).

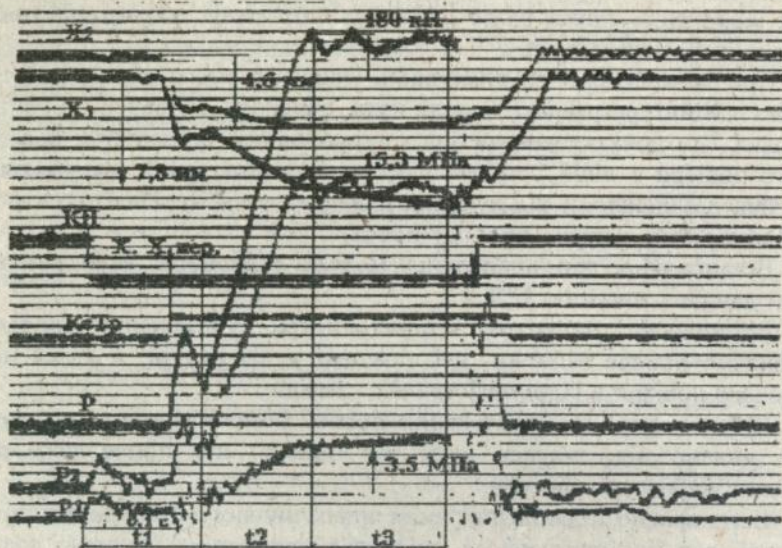


Рис.2. Осцилограма циклу вирубання

Аналіз за осцилограмою швидкості зміни кута перекосу на початку третього етапу для різних навантажень показав пропорційну залежність її від кореня квадратного з зусилля навантаження, а також з тисків в магістралях преса, що підтверджує можливість застосування формули об'ємної швидкості витоку рідини крізь щільні ущільнень.

Використовуючи значення швидкостей зміни кута перекосу на третьому етапі для симетричних відносно центру проходу навантажень, визначили коефіцієнти  $k$ , які характеризують пропускну здатність ущільнень. Виявилось, що ці коефіцієнти більше прийнятих в аналітичній моделі максимальних значень за технічними допусками.

В **четвертому розділі** проведено оцінку впливу перекосу траверси на спрацювання плит. Доведено, що спрацювання м'яких вирубних плит викликається в основному не перекосом траверси, а обумовленою цим перекосом неточністю зупинки траверси технологічним контактом, що розміщений на краю проходу преса.

Отримано аналітичну модель впливу перекосу траверси на точність зупинки траверси, а також на спрацювання вирубних плит. Запропоновано аналітичну функцію перерубів, різниця значень якої зі змінами технологічних і конструктивних параметрів (різака, матеріалу, місця розташування різачка, жорсткості преса з перекосу і прогину) показує величину перерубу, тобто перевищення реального заглиблення різачка в плиту над необхідним.

Проведено експериментальні дослідження перерубів в залежності від розміщення різачка вздовж проходу преса і зусилля виру-

банья. Розходження аналітичної моделі з експериментальними даними складає 13%.

На основі аналітичної моделі впливу кута перекосу на спрацювання плит запропоновано чотири варіанти конструктивних рішень, які дозволяють значно знизити спрацювання вирубних плит.

При перекосі для повного вирубання деталі центральна точка леза різачка повинна заглибитися в плиту на величину обов'язкового перерубу. При лінійній залежності кута перекосу від ексцентриситету різачка  $\varphi = k \cdot e$ . Тоді для круглого різачка діаметром  $d$  обов'язковий переруб складе  $\Delta H_{обн} = k \cdot d \cdot |e| / 2$ . Максимальне значення обов'язкового перерубу буде при  $d = L_{пр} / 2$  і прийме значення  $kL_{пр}^2 / 16$ .

Площа бокової циліндричної поверхні різачка, заглибленої в плиту, при умові малості кута  $\varphi$  перекосу ( $|\varphi| \ll 0,5^\circ$  и  $\varphi = tg \varphi$ ) визначиться:  $S = L_p \cdot \Delta H$ , де  $L_p$  - довжина периметру леза різачка,  $\Delta H$  - величина перерубу. Сумарне спрацювання вирубної плити уздовж всього проходу преса буде прямо пропорційне площі між кривою  $S = S(e)$  і віссю ексцентриситету  $e$  в межах від  $-(L_{пр} / 2 - d / 2)$  до  $(L_{пр} / 2 - d / 2)$ , тобто виразиться інтегралом  $\int_{-(L_{пр}/2-d/2)}^{(L_{пр}/2-d/2)} S(e) de$  і прийме значення  $\pi k d^2 L_{пр}^2 (1 - d / L_{пр})^2 / 8$ .

На рис.3 показано розміщення основних робочих органів двоколонного преса при двох послідовних положеннях різачка. Різак 2 під тиском траверси 1 повністю перерубав листовий матеріал 3, покладений на м'яку вирубну плиту 4, яка знаходиться на столі 5 преса.

При перекосі різачка з першого положення в друге зміниться кут перекосу. Якщо не переналадити технологічний контакт, який вимірює відстань ВС і зупиняє траверсу при конкретному значенні цієї відстані, то виникне переруб, якщо кут перекосу збільшиться, або недоруб, якщо кут перекосу зменшиться. Величина перерубу або недорубу визначиться різницею відрізків ВС при двох положеннях різачка. Цю різницю можна представити  $\Delta H_{II} = Y_2 \cdot \varphi_2 - Y_1 \cdot \varphi_1$  або  $\Delta H_{II} = (L_{пр} / 2 - e_2) \cdot (k \cdot e_2 + b) - (L_{пр} / 2 - e_1) \cdot (k \cdot e_1 + b)$ . Складові у правій частині останнього виразу мають загальний функціональний вигляд, тому введено поняття функції перерубу  $H_{II} = (L_{пр} / 2 - e) \cdot (k \cdot e + b)$ , різниця значень якої визначить значення перерубу. В обох складових змінюватися може не тільки ексцентриситет, але й усі інші параметри.



$$f_{T \text{ прав. } \bar{e}} = 0 = k_f P, \quad k = \frac{4k_\phi}{L_{\text{пр}}^2} P, \quad \text{де } k_f - \text{деформаційна подат-}$$

лівість преса щодо прогину,  $k_\phi$  - податливість преса щодо перекосу.

Позначено  $\alpha = k_f / k_\phi$ . Тоді остаточно функція перерубу виз-

$$\text{начиться виразом } H_{\text{пс ум}} = Pk_\phi \left[ (1 - \alpha) \cdot \bar{e}^2 + \bar{e} - \alpha \right] + \frac{bL_{\text{пр}}}{2} (1 - \bar{e}).$$

При зміні цієї функції різниця її значень дає зміну перерубу. Як окремий розглянуто випадок, коли при вирубуванні в центрі проходу перекосу немає ( $b=0$ ), прогин при центральному вирубуванні дорівнює половині різниці висот кінців траверси при вирубуванні на краю ( $\alpha=1$ ), зусилля вирубування при настроюванні максимально ( $P_H = P^{\text{max}}$ ), настроювання проводиться на лівому краю преса ( $\bar{e}_H = -1$ ). Тоді

$$H_{\text{пс ум}} = Pk_\phi (\bar{e} - 1), \quad \text{і}$$

$$\Delta H_{\text{пс ум}} = Z^{\text{max}} \left[ \bar{P} \cdot \frac{1}{2} (\bar{e} - 1) + 1 \right], \quad \text{де } Z^{\text{max}} = \phi^{\text{max}} L_{\text{пр}} - \text{максимальна}$$

різниця висот кінців траверси на ширині проходу преса,  $\bar{P} = P / P^{\text{max}}$  - відносна величина зусилля вирубування.

Максимальний переруб за останньою формулою складе  $kL_{\text{пр}}^2 / 2$ , що в 8 разів більше максимального обов'язкового перерубу, що дорівнює  $kL_{\text{пр}}^2 / 16$ .

Навіть для найкращого випадку, коли зусилля максимальне, спрацювання плити, взяте як вищенаведений інтеграл перерубу, виходить рівним  $\pi d k L_{\text{пр}}^3 (1 - d / L_{\text{пр}}) / 4$ , що в  $2L_{\text{пр}} / [d(1 - d / L_{\text{пр}})]$  разів більше, ніж створюється при обов'язковому перерубі. Тобто в найкращому випадку, при  $d = L_{\text{пр}} / 2$ , спрацювання плит внаслідок неточної зупинки траверси перебільшить обов'язкове спрацювання через перекося в 8 разів, а при інших розмірах різака буде ще більше.

На рис.4 наведено залежності перерубів від ексцентриситету розміщення різака та від зусилля вирубування. Як видно, переруби зростають при переносі різака зліва направо і при зменшенні зусилля вирубування.

Співвідношення  $\alpha$  впливає на вирішення задачі модернізації системи автоматичної зупинки траверси. При  $\alpha$ , близькому до нуля (траверса майже не прогинається), можливе встановлення двох датчиків зупинки - зліва і справа - та включення їх у схему керування таким чином, щоб при роботі в правій половині проходу преса траверсу зупиняв правий датчик, а при роботі в лівій - лівий. Максимальний переруб не перебільшить  $kL_{\text{пр}}^2 / 16$  При  $\alpha$ , близькому до

1,5 датчики слід вмикати навпаки. При проміжних значеннях можливе застосування двох нових систем автоматичної зупинки траверси, які переміщують датчик зупинки для зменшення перерубу або пропорційно куту перекосу траверси, або пропорційно зміні тиску в лівому приводному гідроциліндрі і зменшують переруб з 3-5 мм до 0,5-1мм.

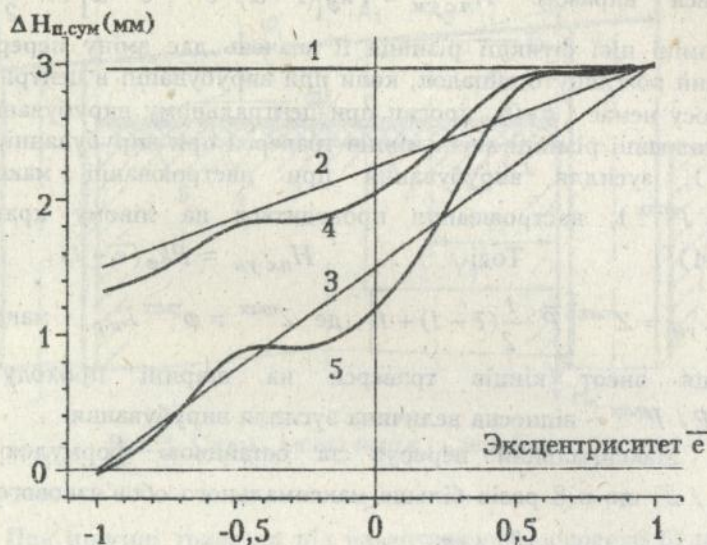


Рис.4. Аналітичні (1, 2, 3) та експериментальні (4, 5) залежності перерубів (3, 5 - зусилля максимальне, 2, 4 - зусилля вдвічі менше, 1 - зусилля дорівнює нулю).

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ РОБОТИ

У результаті виконаних аналітичних та експериментальних досліджень систем синхронізації вирубних пресів легкої промисловості:

1. Встановлено, що перекоси траверс пресів через незадовільну роботу таких систем синхронізації, мають великі значення, і повного пояснення цьому в літературі не наведено.

2. Встановлено, що такі системи різноманітні за конструкцією та принципом дії, що вказує на відсутність найкращого варіанту.

3. Встановлено, що в конструкціях вирубних пресів сумісно працюють дві системи синхронізації: механічна, яка сприймає момент навантаження жорсткістю механічних конструкцій, і гідравлічна, яка

сприймає момент навантаження жорсткістю замкнутих гідравлічних магістралей лівого та правого гідроциліндрів.

4. Встановлено, що найбільш значними факторами, які підвищують перекося траверси, є стиснення робочої рідини в замкнутих гідромагістралях, змінний вміст нерозчиненого повітря в цих гідромагістралях, підвищені перетоки робочої рідини між гідромагістралями, підвищений вміст нерозчиненого повітря в гідромагістралі, яка має ущільнення, спільне з приводною камерою дозатора.

5. Встановлено, що перекося траверси, різниця вмісту повітря в гідромагістралях, вміст повітря в гідромагістралях лінійно залежать від ексцентриситету розміщення різака вздовж проходу преса і зусилля навантаження.

6. Встановлено, що спрацювання вирубних плит викликається не перекосям траверси, а обумовленою цим перекосям неточністю зупинки траверси технологічним контактом, розташованим на краю проходу преса;

7. Встановлено, що ця неточність збільшується при переміщенні різака зліва направо вздовж проходу преса.

8. Для покращення роботи систем синхронізації вирубних пресів запропоновано підвищити герметичність ущільнень камер дозатора.

9. Для зменшення перекося траверс вирубних пресів легкої промисловості запропоновано систему синхронізації руху гідроциліндрів, яка відрізняється від існуючої додаванням робочої рідини у відстаючий гідроциліндр.

10. Для зменшення спрацювання вирубних плит запропоновано чотири варіанти пристроїв, які збільшують точність зупинки траверси в кінці робочого ходу і зменшують заглиблення різака в плиту з 3 - 5 мм до 0,5 - 1 мм.

#### **Основний зміст роботи викладено в таких наукових працях:**

1. А.с. СССР 829453, МКИ<sup>3</sup> В30b 15/24 Гидравлический пресс/Воронин Г.Ф., Пискорский Г.А., Сивченко Н.А./Киевский технологический институт легкой промышленности/2798197/25-27//Открытия. Изобретения.-1981.-№18.

2. Воронин Г.Ф., Сивченко Н.А., Баканов Н.И. Перекося траверс вырубных прессов легкой промышленности// Изв.вузов. Технол. легкой пром-сти.-1981.-№5.-С.130-133.

3. Воронин Г.Ф., Сивченко Н.А. Улучшение качества выполнения операции вырубания на вырубных прессах с подвижной траверсой// Изв.вузов. Технол. легкой пром-сти.-1986.-№6.-С.107-111.

4. Воронин Г.Ф., Сивченко Н.А. Улучшение качества выполнения операции вырубания на вырубных прессах с подвижной траверсой// Изв.вузов. Технол. легкой пром-сти.-1987.-№1.-С.136-139.

5. А.с. СССР 1445982 МКИ<sup>4</sup> В30б 15/00, С14б 5/02 Система управления гидравлическим прессом/Воронин Г.Ф., Скиба Н.Е., Сивченко Н.А., Черныш Е.П./Хмельницкий технологический институт бытового обслуживания/4252226/31-27//Открытия. Изобретения.-1988.-№47..

6. Воронин Г.Ф. Уменьшение износа вырубочных плит траверсными гидравлическими прессами//Перспективы развития производства товаров народного потребления и сферы услуг:Тезисы респ. науч.-практ. семинара.-Хмельницкий:ТУП,1990.-С.129.

7. Воронин Г.Ф., Пискорский Г.А. Уточнение модели качественного вырубания на траверсных вырубочных прессах//Изв.вузов. Технол. легкой пром-сти.-1991.-№6.-С.89-91.

8. Воронин Г.Ф., Пискорский Г.А. Устранение перерубов на траверсных вырубочных прессах //Изв.вузов. Технол. легкой пром-сти.-1992.-№1.-С.105-107.

9. Воронин Г.Ф. Методика экспериментального определения некоторых параметров вырубочных траверсных прессов//Вдосконалення обладнання легкої промисловості та складної побутової техніки: Тези доповідей міжнародної наук.-техн.конф.-Хмельницький:ТУП,1993.-С.15-16.

10. Пат.Российской Федерации 2021899, МКИ<sup>5</sup> В30б 15/00 Устройство контроля положения подвижной поперечины преса/Воронин Г.Ф., Рожковский А.А./Хмельницкий технологический институт/5020031/27//Открытия. Изобретения.-1994.-№20.

11. Воронин Г.Ф. Про застосування систем синхронізації руху виконавчих органів гідрофікованих машин і механізмів в гідравлічних траверсних пресах легкої промисловості// Наукові основи сучасних прогресивних технологій: Тези доповідей наук.практ.конф.-Хмельницький:ТУП, 1994.-С.33.

12. Воронин Г.Ф. Экспериментальне дослідження перекосів траверси преса ПВГ-18//Технологічний університет в системі реформування освітньої та наукової діяльності Подільського регіону:Тези доповідей наук.-практ.конф.-Хмельницький:ТУП,1995.-С.353.

13. Воронин Г.Ф. Про визначення кількості нерозчиненого повітря в циліндрах вирубних траверсних пресів легкої промисловості// Тези доповідей ювілейної наук. конф. проф.-викл. складу, присвячена 65-річчю заснування Київської академії легкої промисловості. Наукові праці. Ч.2.- К.,1995.-С.75.

14. Воронин Г.Ф., Скиба Н.Е. Аналитическое определение влияния конструктивных и эксплуатационных параметров на величину перекоса траверс вырубочных прессов//Збірник праць вчених Технологічного університету Поділля.-Хмельницький:ТУП,1996.-С.139-146.

**Resume.** Voronin G.F. Research of synchronyization systems of light industry cutting-out presses.

The thesis is for a scientific degree - Candidate of technical sciences - Machines and units of the light industry (speciality №05.19.09). National Academy of light industry of Ukraine, Kiev, 1996.

The thesis is a manuscript containing the results of analytical and experimental investigations of precision of work of volume synchronyization systems used in cutting-out presses for unwarped movement of a cross-rail, which is of great importance for safe and effective work of such presses as well for analytical and experimental investigations of cross-rail warping on service durability of cutting-out plates.

**Аннотация.** Воронин Г.Ф. Исследование систем синхронизации вырубочных прессов легкой промышленности.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.09 - "Машины и агрегаты легкой промышленности". Государственная академия легкой промышленности Украины, Киев, 1996.

Диссертацией является рукопись, которая содержит результаты аналитических и экспериментальных исследований точности работы объемных систем синхронизации, применяемых в конструкциях вырубочных прессов типа ПВГ-18 и ПОТГ для безперекосного движения траверсы, имеющей большое значение для надежной, эффективной и экономичной работы таких прессов, а также аналитических и экспериментальных исследований влияния перекоса траверсы на долговечность вырубочных плит.

**Ключові слова:** вирубні преси, системи синхронізації, об'ємне дозування, точність, траверса, переко́с, ексцентриситет, нерозчинене повітря, витоки, перетоки, вирубні плити, довговічність, спрацювання, автоматична зупинка.

АВ 36.637