

## **РОБОТИ УПІ ПО УДОСКОНАЛЕННЮ ДИНАМІКИ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН**

### **1. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ІНВАНТІВ ПОДІБНОСТІ В МЕХАНІЦІ МАШИН**

При проведенні аналітичних та експериментальних наукових досліджень по удосконаленню динаміки поліграфічних машин УПІ ім. І. Федорова використовує методи теорії подібності найбільш універсальні як при вивченні різноманітних фізичних явищ, так і при узагальненні результатів досліджень.

В роботах [18]—[24] автором викладені основи методу інваріантів подібності, який розвивається колективом кафедри.

Застосування цього методу суттєво раціоналізує аналітичні розрахунки механіки машин, тому що найрізноманітніші за структурою механізми розраховуються єдиним методом: множенням табличного безрозмірного позиційного інваріанта подібності необхідної механічної величини в певній фазі циклу (для даної структурної схеми) на розмірний критерій — масштаб переходу.

Тому що інваріанти подібності розкривають якісну суть зміни механічних величин, які нас цікавлять, у вигляді безрозмірної функції положення і критеріїв геометричної, кінематичної, матеріальної та динамічної подібностей, то практично досить сформулювати якісні і компоновочні запити, щоб забезпечити вирішення будь-яких задач синтезу (геометричного, кінематичного, динамічного), за будь-якими заданими умовами, що мають реальний смисл.

Особливого значення надається таблицям позиційних інваріантів подібності при складанні алгоритмів і програм, які необхідні для розрахунків механічних систем з використанням ЕВМ. Ці таблиці, складені для вихідних механізмів, можуть бути використані і для відповідного розрахунку комбінованих механізмів.

### **2. ПАРАМЕТРИЧНІ АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ «ІДЕАЛЬНИХ» ЦИКЛОВИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**

Кафедра систематично нагромаджує дані параметричних аналітичних досліджень різноманітних «ідеальних» циклових механічних систем, все ширше використовуючи для цієї мети ЕВМ.

Автор статті систематизував дані про відомі закони періодичного руху та синтезував ряд сімейств вихідних та комбінованих законів, щоб прийти до ряду узагальнень, які опубліковані в монографіях [20] і [24].

Аспірант кафедри Е. О. Саввін використав метод інваріантів по-

дібності для розробки оригінального методу синтезу степеневих поліноміальних законів періодичного руху з використанням запропонованих коректуючих функцій [10].

Ряд сімейств механізмів періодичного повороту (плоскі та сферичні мальтійські механізми, механізми неповнозубих коліс з епіциклоїдальним і кулачковим включенням, механізми уліт, кулачково-зубчасті механізми з обгонною муфтою, сумуючі кулачково-черв'ячні МПП) параметрично досліджені колишнім аспірантом кафедри М. Ю. Фішиним.

Колишній аспірант кафедри А. С. Главацький накопичив дослідження позиційних інваріантів подібності чотириланковиків, що нашаровуються на коромислові кулачкові механізми при утворенні кулачково-важільних механізмів.

Колишній аспірант Д. М. Сенік провів широкі аналітичні дослідження зміни кутів тиску, миттєвих та циклових *к.к.д.* для коромислових кулачкових механізмів з розробкою відповідних таблиць, графіків та номограм.

Аспірант Б. Я. Менаджієв проводить дослідження кінематики, динаміки і точності шестиланкових механізмів 2-го класу, а аспірант Я. І. Дуб — 3-го класу, стосовно до приводу талера малоформатних плоскодрукарських автоматів.

### **3. ЕЛЕКТРОННО-ТЕНЗОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЙСНОЇ ДИНАМІКИ ЦИКЛОВИХ МЕХАНІЗМІВ**

Дійсна динаміка, яка відображає вплив пружності ланок механізмів, зазорів у кінематичних парах, неточності їх обробки, нерівномірності ходу машин суттєво відрізняється від «ідеальної».

Початок досліджень цього напрямку належить колишньому аспірантові кафедри Я. І. Чехману (нині доцент, кандидат технічних наук), який вивчав дійсну динаміку кулісно-зубчастореєчного комбінованого механізму приводу талера двообертової плоскодрукарської машини ДПП [33] і роботу його повітряних амортизаторів сил інерції [32]. Ці дослідження дали поштовх для удосконалення кафедрою повітряних амортизаторів талера.

Обширні дослідження дійсної динаміки коромислових кулачкових механізмів [8] були проведені колишнім аспірантом кафедри О. М. Полюдовим (тепер — кандидат технічних наук, декан механічного факультету УПІ). Дослідником було вивчено вплив шести різних законів руху при зміні частотних характеристик ведучої та веденої систем і чисел обертів головного вала.

О. М. Полюдову належить пріоритет у застосуванні спеціального ділильного пристрою до вертикально-фрезерного верстата для прецизійної обробки кулачків коромислових механізмів з кінематичним внесенням кутових поправок [7].

Колишній аспірант кафедри Д. М. Сенік досліджував вплив структури коромислових кулачкових механізмів з силовим замиканням ролика на кулачку і законів періодичного руху коромисла на циклові *к.к.д.* [13], а також енергетичні втрати тих же механізмів з кінематичним замиканням при чисто динамічному навантаженні [14]. Для експериментальних досліджень енергетичних характеристик коромислових кулачкових механізмів методом вибігу дослідником був створений спеціальний стенд [15]. На цьому ж стенді (відповідно переналадженому) провів електронно-тензометричні дослідження дійсної динаміки кулачково-важільних механізмів колишній аспірант А. С. Главацький, який виявив ряд цікавих особливостей цих механізмів, що висвітлено в його роботах [1] і [2].

Широкі електронно-тензометричні дослідження дійсної динаміки цілого ряду механізмів періодичного руху провів колишній аспірант-заочник кафедри М. Ю. Фішин [28], [30]. З цією метою у співдружності з Харківським заводом поліграфічних машин було створено 5 спеціальних стендів для дослідження плоского восьмипазового і сферичного шестипазового мальтійських механізмів, механізмів неповнозубчастих коліс з кулісним епіциклоїдальним і кулачковим включенням, а також зубчато-рейкового механізму періодичного руху з муфтою вільного ходу [29]. При використанні 50% тривалості кінематичного циклу на поворот веденого валу, як показали дослідження, перевагу слід надати сферичному мальтійському механізмові.

Е. О. Саввін досліджував дійсну динаміку коромислових штовхачів кулачкових механізмів при застосуванні кулачків, спрофільованих по синтезованих ним степеневих поліноміальних законах періодичного руху II степеню [10].

Тепер на кафедрі проводяться дослідження дійсної динаміки деяких шестиланкових механізмів 2-го і 3-го класів (аспіранти Б. Я. Менаджієв і Я. І. Дуб), а також спеціальних механізмів неповнозубчастих коліс (асистент С. Г. Стельмащук).

#### **4. ПРОГРАМНЕ ЗРІВНОВАЖУВАННЯ НАДЛИШКОВИХ СИЛ В ЦИКЛОВИХ МАШИНАХ**

Піки надлишкової потужності, яка пульсує між виконавчими цикловими механізмами та, в основному, маховиком машин, нерідко в 10—20 разів перевищують середню потужність, що поступає в систему від двигуна. Знакозмінна пульсуюча надлишкова потужність перевантажує всі передаточні механізми, викликає співударі і наклепку зубів зубчастих коліс, збуджує вимушені крутильні коливання в системі трансмісії, підвищує знос механізмів і є джерелом підвищення шуму передач.

Відгородження основних передавальних механізмів циклових систем від несприятливого впливу пульсуючої надлишкової потужності дає можливість підвищити робочі швидкості та поліпшити якість продукції виробничих циклових машин-автоматів [36].

Автором статті розроблені основи теорії аналітичного розрахунку зрівноважуючих кулачкових механізмів (ЗКМ), які створюють на головному валі крутильні моменти, рівні за величиною, але протилежні за знаком надлишковим крутильним моментом [19], [24]. В результаті використання цих механізмів надлишкова енергія або акумулюється в навантажувачах ЗКМ, або повертається виконавчим механізмом за необхідною програмою.

О. М. Полюдов провів експериментальні електронно-тензометричні дослідження ЗКМ з пружинним навантажувачем на спеціально створеному ним стенді.

Перевірка підтвердила правильність основних теоретичних положень: вал передавав однозначний крутильний момент в 12—16 разів нижче від піків знакозмінних крутильних моментів, які виникали раніше до зрівноваження, потужність, яка споживалася системою, зменшилась більше як на 30%, зменшився шум при роботі передач, скоротилися вимушені пружні коливання в системі.

Результати досліджень і удосконалення теорії О. М. Полюдовим опубліковані в роботах [5]—[8], а також в колективній статті-довіді на V нараді з основних проблем ТММ [25].

Колішній аспірант А. І. Петрук продовжив дослідження зрівноважувальних кулачкових механізмів. Він уточнив теорію розрахунку інерційних навантажувачів ЗКМ і провів експериментальну перевірку її правильності. Доведено, що при відповідному розрахунку система з

двох ЗКМ з пружинним та інерційним навантажувачами забезпечує повне зрівноваження надлишкових крутильних моментів, незалежно від режиму роботи машини.

На рис. 1 подані осцилограми крутильних моментів на головному валі, записані А. І. Петруком: *a* — при роботі тільки виконавчих механізмів; *b* — при роботі тільки ЗКМ з пружинним та інерційним навантажувачами; *в* — при сумісній роботі виконавчих механізмів і ЗКМ.

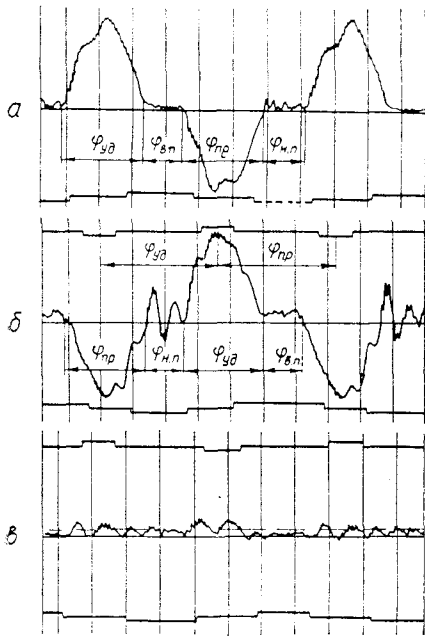


Рис. 1.

Ефективність застосування подібних саморегулювальних систем ЗКМ очевидна.

Аспірант В. Т. Сенкусь проводить дослідження систем зблокованих виконавчих та зрівноважувальних кулачкових механізмів.

Тепер кафедра поліграфічних машин УПІ працює над удосконаленням динаміки блокообробних агрегатів БТГ і БТГ-2 як співвиконавець НДІПМ, переносючи на ці агрегати досвід застосування систем ЗКМ.

Особливим напрямком роботи в галузі програмного зрівноваження надлишкових сил є удосконалення повітряних амортизаторів сил інерції талера двохобертових плоскодрукарських машин [27].

Автором статті в співстворстві з Я. І. Чехманом [34], [35] запропоновані установки АРА-1 до машин ДПП і АРА-2 та до машин ПД-2. Вони автоматично змінюють об'єм повітря стисненого поршнями

талера в циліндрах амортизаторів, в залежності від швидкісного режиму роботи.

Випробування установок АРА показало, що вони скорочують навантаження на механізми приладів талера на 25—32%. Тепер кафедра проводить дальшу роботу по удосконаленню системи АРА-2М для ПД-2 і створенню системи АРА-3 для машин ПД-3.

## 5. ВИВЧЕННЯ ШЛЯХІВ СКОРОЧЕННЯ ВИМУШЕНИХ І ВЛАСНИХ ПРУЖНИХ КОЛИВАНЬ У ЦИКЛОВИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Поява вимушених пружних коливань, збуджуваних циклічними статичними та інерційними навантаженнями, є причиною виникнення значного підвищення піків дійсних прискорень, порівняно з «ідеальними», що оцінюються коефіцієнтами динамічності ( $K_d > 1$ ).

Дослідження дійсної динаміки коромислових кулачкових механізмів, проведені О. М. Полюдовим [8], показали, що при всіх інших рівних умовах на величину коефіцієнтів динамічності впливають закони реверсивного руху ведених мас. Наявність додаткового моменту тертя (крім тертя в підшипниках вала), який складає лише одну соту частину від піку сил інерції веденого диска, скоротило при дослідіх коефіцієнти динамічності в 1,5—2 рази. Ще більше знижувались ці коефіцієнти при застосуванні зрівноважуючих кулачкових механізмів.

М. Ю. Фішин показав, що зниження коефіцієнтів динамічності на 23% досягалось в мальтійських зовнішніх механізмах при заміні сталє-

вих цементованих та загартованих роликів на податливі капронові або текстолітові, які зменшують співудари при вході в паз хреста [30].

Е. О. Саввін теоретично показав можливість повного рафінування від вимушених пружних коливань веденої маси коромислового кулачкового механізму [12]. На відміну від існуючих рішень диференціальних рівнянь руху одномасової системи він увів у розрахунки ряд нових критеріїв подібності стосовно вимушених пружних коливань. Дослідником обгрунтована нова методика синтезу полідинамічних та комбінованих «східчастих» динамічно оптимальних законів періодичного руху з оцінкою стійкості ефекту їх застосування при порушенні розрахункового режиму роботи системи.

Експериментальна перевірка динаміки кулачкових коромислових механізмів при використанні полідинамічних і комбінованих динамічно оптимальних законів руху веденої маси, синтезованих Е. О. Саввіним, повністю підтвердила його теоретичні виклади.

Показана можливість зниження тут коефіцієнтів динамічності до 0,98—1,10 при демпфіруванні веденої системи шляхом застосування підшипників ковзання замість підшипників кочення. Досліди Д. М. Сеніка при експериментальному дослідженні енергетичних характеристик коромислових кулачкових механізмів методом вибігу дали можливість помітити ту ж закономірність демпфірування пружних коливань в 1,5—2 рази при заміні підшипників кочення для веденої системи на підшипники ковзання.

Характерну особливість відмітив аспірант Я. І. Дуб: найбільш швидкохідний плоскодрукарський малоформатний автомат «Мерседес», який випускається в НДР, не має ні одного підшипника кочення і навіть його талер рухається по направляючому ковзання. Питання про раціональні границі використання підшипників кочення заслуговує особливої уваги.

## 6. РОЗРОБКА МЕТОДІВ ІНЖЕНЕРНОГО СИНТЕЗУ ЦИКЛОВИХ МЕХАНІЗМІВ

Методи синтезу циклових механізмів ще недостатньо розроблені. Часто тут обмежуються чисто геометричними рішеннями, залишаючи поза увагою не тільки динаміку, але й детальну кінематику механічних систем. Разом з тим, зовсім очевидно, що вирішувати питання про доцільність структурної схеми механізму без проникнення в силову або енергетичну суть його застосування, в загальному випадку недопустимо.

Методи інженерного синтезу циклових механізмів, які розроблюються на кафедрі, відрізняються від загальноприйнятих введенням розрахунків не тільки основних положень ТММ, але й умов сусідства деталей з врахуванням рівномірності.

Застосування методу інваріантів подібності дає можливість узагальнення результатів дослідження шляхом складання необхідних таблиць, графіків, номограм.

Для ілюстрації наводимо результати розробленого автором статті і Д. М. Сеніком методу наближеного інженерного синтезу центральних коромислових кулачкових механізмів за схемою на рис. 2 [26].

За фізичний модуль виміру всіх лінійних розмірів вибраний діаметр вала коромисла ( $d_k$ ), який визначається за заданим сумарним моментом  $M_{\Sigma m}$ , що навантажує коромисло, звичайним умовним розрахунком на одне кручення за відповідно зменшеною допустимою напругою  $[\tau_y]$ .

З умов рівномірності визначаються всі необхідні геометричні параметри лінійних розмірів деталей механізму  $\vartheta_i = \frac{l_i}{d_k}$ , більшість з яких

є функцією відносної довжини важеля ( $l_p$ ) коромисла  $\lambda = \frac{l_p}{d_k}$ , яке є не тільки геометричним параметром, але й критерієм подібності міцності. Мінімальний допустимий середній відносний радіус-вектор центрової кривої кулачка  $[r_{co}] = \frac{r_c}{d_k}$  визначається із зіставлення ряду лімітуючих умов.

Знайдені співвідношення дали можливість побудувати 12 карт блокуючих контурів для наближеного синтезу центральних кулачкових механізмів, причому кожна з карт відповідає певному кутовому розмаху коромисла  $\gamma_{\Sigma} = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, \dots, 55^\circ, 60^\circ$ . Ці карти можуть бути використані для будь-яких законів теоретичного руху завдяки введенню узагальнених критеріїв подібності  $\omega_{2ми} = \frac{B\gamma_{\Sigma}}{\varphi_{\gamma}}$  і  $C_{\gamma} = \frac{C}{\varphi_{\gamma^2}}$ , які визначають відповідні розміри  $\gamma_{co}(\lambda_p)$ . Тут  $B$  і  $C$  — константи піків швидкості та прискорень коромисла,  $\varphi_{\gamma}$  — кут повороту кулачка за цикл. На рис. 3 наведені карти блокуючих контурів для коромислових кулачкових механізмів: *a* — при кутовому розмаху коромисла  $\gamma_{\Sigma} = 30^\circ$ , *б* — при  $\gamma_{\Sigma} = 45^\circ$ .

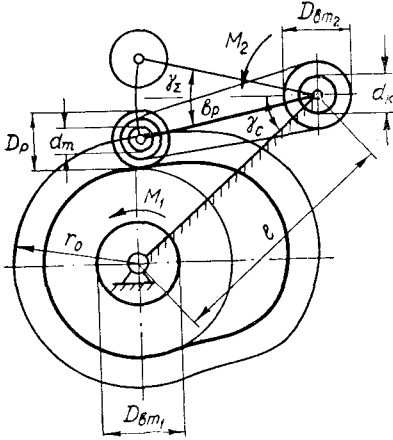


Рис. 2.

По осі абсцис тут відкладені відносні довжини важелів коромисла  $\lambda_p = \frac{l_p}{d_k}$ , а по осі ординат — відносні середні радіуси центрової кривої кулачка  $r_{co} = \frac{r_c}{d_k}$ . Променивими лініями із значеннями відношення  $\frac{\omega_{2ми}}{lg \alpha}$

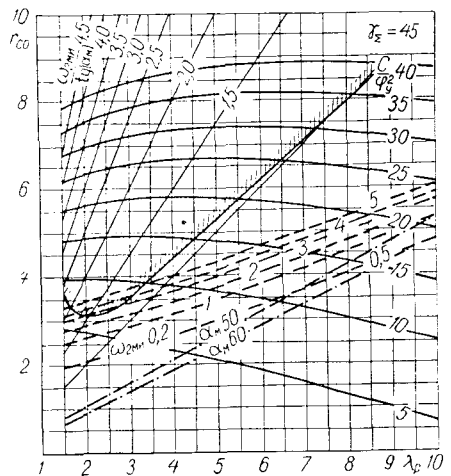
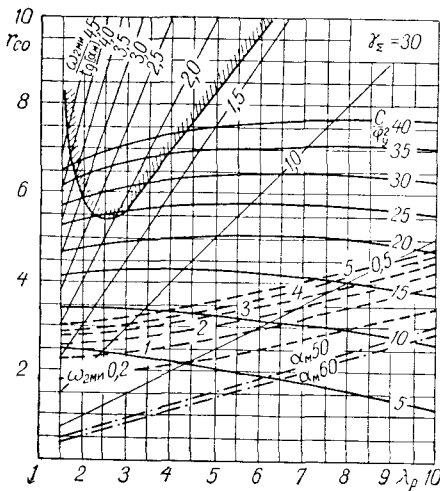


Рис. 3.

в розривах зображені нижні границі можливого вибору  $r_{co}(\lambda_p)$  із умов обмеження кутів тиску ( $[d_t]$ ). Виділені криві з певними значеннями  $C_{\gamma} = \frac{C}{\varphi}$  представляють нижні границі вибору  $r_p(\lambda_{co})$  з умови забезпечення контактної міцності ролика і кулачка. Штрихпунктирні криві з

вказаними в розривах ліній заданих величин  $\omega_{2\text{мн}}$  показують нижні границі функцій  $r_{\text{со}}(\lambda_p)$  з умов сусідства ролика і втулки ступиці кулачка. Верхня, відмічена штрихами, крива являє собою верхню границю можливого вибору поєднань  $r_{\text{со}}$  і  $\lambda_p$  з умови сусідства кулачка і вала коромисла (якщо таке сусідство існує). Мінімальне значення  $\lambda_p = 1,5$  визначається умовами сусідства ролика і вала коромисла. З усіх допустимих поєднань розмірів  $r_{\text{со}}$  і  $\lambda_p$  вибирається одне, найбільш прийнятне з умов компонування. Встановлена величина  $\lambda_p$  дає можливість знайти розміри всіх деталей.

Подібні методи інженерного синтезу розробляються кафедрою і для інших циклових механізмів.

Організація галузевої лабораторії удосконалення динаміки поліграфічних машин в УПІ створює умови для ширшого розгортання поглиблених наукових досліджень кафедри, спрямованих до дальшого розквіту вітчизняного поліграфічного машинобудування.

#### ПУБЛІКАЦІ РОБІТ ПРАЦІВНИКІВ КАФЕДРИ

1. А. С. Главацький. До питання аналітичного дослідження кулачково-валжильних механізмів. Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 3, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1967.

2. А. С. Главацький. Динаміка кулачково-рычажных механізмів. Тезиси докладов V совещания по основным проблемам ТММ (в г. Сухуми), М.—Тб., 1967.

3. А. І. Петрук. Проблема повного зрівноважування надлишкових сил в поліграфічних машинах-автоматах. Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 2, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1965.

4. А. І. Петрук. Експериментальне дослідження зрівноважуючих кулачкових механізмів з інерційним навантажувачем. Там же, вип. 3, 1967.

5. А. Н. Полюдов. Опыт экспериментального исследования уравновешивающего кулачкового механизма с пружинным нагружением, Научные труды НИИПМ, т. 24, 1963.

6. А. Н. Полюдов. Прецизионный метод изготовления дисковых кулачков с автоматическим внесением угловых поправок. Сб. «Полиграфия и издательское дело», вып. 1, изд. Львовского ун-та, Львов, 1964.

7. А. Н. Полюдов. Пути уменьшения ускорений второго порядка в кулачковых механизмах. Там же.

8. А. Н. Полюдов. Исследование истинной динамики исполнительных и уравновешивающих кулачковых механизмов. Автореферат кандидатской диссертации. Львов, 1964.

9. Е. О. Саввін. Аналітичний метод синтезу плоских кулачкових механізмів. Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 2, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1966.

10. Е. О. Саввін. Про синтез законів руху веденої ланки у вигляді степеневих поліномів. Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 3, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1965.

11. Э. А. Саввин. Синтез динамически оптимальных законов движения ведомого звена кулачковых механизмов с инерционным нагружением. Тезисы докладов V совещания по основным проблемам ТММ (г. Сухуми), М.—Тб., 1967.

12. Э. А. Саввин. Синтез законов движения инерционных кулачковых механизмов с учетом упругости звеньев ведомой системы. Автореферат кандидатской диссертации, Львов, 1967.

13. Д. Н. Сенік. Влияние структуры коромысловых кулачковых механизмов на цикловые к. п. д. Сб. «Полиграфия и издательское дело», вып. 1, изд. Львовского ун-та, Львов, 1964.

14. Д. М. Сенік. Енергетична ефективність кулачкових механізмів при чисто динамічному навантаженні. Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 2, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1966.

15. Д. М. Сенік. Методика дослідження циклових к. к. д. коромислових кулачкових механізмів методом вибігу. Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 3, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1967.

16. С. Г. Стельмащук. Механіка неповнозубих коліс із зовнішнім кулачковим вмиканням. Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 2, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1966.

17. К. В. Тир и Д. Н. Векслер. Альбом таблиц кинематических безразмерных коэффициентов для расчета механизмов полиграфических машин, светотипированное издание УНИИПП, Харьков, 1938.

18. К. В. Тир. К вопросу о рациональном профилировании кулачков полиграфических машин. Автореферат кандидатской диссертации, изд. МПИ, 1952.

19. К. В. Тир. Приближенный аналитический расчет механизмов привода машин-автоматов. Науч. зап. УПИ им. И. Федорова, т. XII, 1958.
20. К. В. Тир. Комплексный расчет кулачковых механизмов. Машгиз, М.—К., 1958.
21. К. В. Тир. Комплексный расчет кулачковых механизмов, доклад-статья. Труды Второго всесоюзного совещания по основным проблемам теории машин и механизмов. Сб. статей-докладов «Теория передач в машинах». Машгиз, 1960.
22. К. В. Тир. Метод инвариантов подобия в механике машин. Научн. зап. УПИ им. Федорова, т. XIV, 1961.
23. К. В. Тир. Метод инвариантов подобия в механике машин. Автореферат докторской диссертации, Львов, 1963.
24. К. В. Тир. Механика полиграфических автоматов. Изд. «Книга», М., 1965.
25. К. В. Тир, А. Н. Полюдов, А. И. Петрук. Вопросы теории и опыт экспериментального исследования уравнивающих кулачковых механизмов. Тезисы докладов V совещания по основным проблемам ТММ (г. Сухуми), М.—Тб., 1967.
26. К. В. Тир, Д. Н. Сенник. Приближенный инженерный синтез центральных кулачковых механизмов. Там же.
27. К. В. Тир, Я. И. Чехман. Автоматичний регулятор амортизаторів сил інерції талера двообертових плоскодрукарських машин (АРА). Зб. «Поліграфія і видавнича справа», вип. 2, вид. Львівського ун-ту, Львів, 1966.
28. М. Е. Фишин. Скачковые поворотные механизмы в полиграфическом машиностроении. Сб. «Полиграфия и издательское дело», вып. 1, изд. Львовского ун-та, Львов, 1964.
29. М. Е. Фишин. Суммирующий кулачково-червячный механизм периодического поворота. Сб. трудов НИИПМ, № 31, М., 1966.
30. М. Е. Фишин. Механизмы периодического поворота в полиграфическом машиностроении. Автореферат кандидатской диссертации, изд. МПИ, М., 1966.
31. М. Е. Фишин. Параметрическое, аналитическое и экспериментальное исследование механизмов периодического поворота. Тезисы докладов V совещания по основным проблемам ТММ, М.—Тб., 1967.
32. Я. И. Чехман. Исследование динамики привода талера двухоборотной плоскопечатной машины ДПП. Научн. зап. УПИ им. И. Федорова, т. XIV, 1961.
33. Я. И. Чехман. Исследование воздушных амортизаторов талера двухоборотной плоскопечатной машины ДПП. Автореферат кандидатской диссертации, Львов, 1963.
34. К. В. Тир, Я. И. Чехман. Устройство для амортизации сил инерции реверсируемых масс, например, талера плоскопечатной машины. Авторские свидетельства, выданные Государственным Комитетом по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР: а) за № 140436 с приоритетом от 7 февраля 1961 г.; б) за № 148068 с приоритетом от 27 сентября 1961 г.
35. К. В. Тир, Я. И. Чехман. Устройство для амортизации сил инерции реверсируемых масс. Авторское свидетельство, выданное Государственным Комитетом по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР за № 164306 с приоритетом от 3 августа 1963 г.
36. А. Н. Полюдов, К. В. Тир, Я. И. Чехман. Программное уравнивание избыточных сил в цикловых машинах-автоматах. Тезисы машин-автоматов и пневмо-гидроприводов. Сб. статей, изд. «Машиностроение», М., 1960.

K. V. TIR

## RESEARCHES OF THE UKRAINIAN INSTITUTE OF PRINTING ARTS ON THE IMPROVEMENT OF POLYGRAPHIC MACHINES DINAMICS

### Summary

The essay deals with the principal directions of treatment of the theory of polygraphic machines, bound up with elucidation of the point of the process of making ready, improving of the elastic oscillations at the polygraphic machines and so on.