

Вченому секретарю
Спеціалізованої вченої ради Д 45.052.06
д.т.н., проф. Чебенку В.М.

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Явтушенка Олександра Вікторовича
на тему «РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ І
ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КРИВОШИПНИХ ПРЕСІВ»,
представлену на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 05.03.05 – “Процеси та машини обробки тиском”

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Кривошипні преси є основним технологічним устаткуванням, що застосовується для листового і об'ємного штампування. Існуюча проблема проектування ковальсько-штампувального обладнання полягає в створенні і розвитку сучасних теоретичних основ розрахунку для підвищення технічного рівня обладнання, зниженні металомісткості, збільшення енергетичних можливостей і задоволенні технологічним вимогам, в тому числі і при експлуатації.

Для збільшення конкурентоспроможності ковальсько-штампувального обладнання необхідно підвищити експлуатаційні характеристики (точність, довговічність, ефективність) при загальному зниженні витрат на розробку і виробництво.

Ковальсько-штампувальне обладнання – преси, молоти, засоби автоматизації – мають складну багатокomпонентну структуру, що включає в себе об'єкти різної фізичної природи. Навіть у тому випадку, коли в основу машини покладений який-небудь один фізичний принцип, для адекватного моделювання роботи доводиться враховувати процеси і в інших фізичних системах. Виготовлення кожної ковальської машини вимагає значних фінансових витрат, тому особливого значення набуває етап функціонального проектування, тобто оцінка працездатності машини на основі аналізу процесів її функціонування.

Усе зазначене стимулює перехід до сучасних методів проектування, що ґрунтуються на математичному моделюванні фізичних процесів, які відбуваються і змінюються протягом усього технологічного циклу.

Кривошипні преси при робочому ході перетворюють накопичену за час ходу наближення і технологічної паузи енергію у технологічну роботу пластичного деформування. Сам процес технологічного навантаження відбувається за короткий проміжок часу, що призводить до виникнення в системі машини коливальних і спотворення характеристик, які, як правило, визначаються традиційними статичними методами.

Робота, що розглядається, спрямована на подальший розвиток теоретичних основ методів розрахунку і проектування систем кривошипних пресів із використанням математичних методів оптимізації з метою підвищення технічного рівня.

Об'єкт дослідження.

Кривошипні преси для листового й об'ємного штампування.

Предмет дослідження.

Кінематичні та силові характеристики основних вузлів і систем кривошипних пресів.

Наукова новизна.

1. Подальший розвиток отримала теорія проектування оптимального зубчастого привода кривошипних пресів на базі оптимізації зубчастого привода, яка полягає в умові мінімуму сумарної маси зубчастих коліс і величини роботи включення фрикційної муфти.

2. Запропоновано метод аналітичного розрахунку величини ковзання клинопасової передачі кривошипного преса, який ґрунтується на застосуванні уточненого рівняння Понселе для передач із закріпленими валами.

3. Отримав подальший розвиток метод розрахунку силового навантаження повзунів кривошипних пресів, який полягає в комплексному врахуванні геометричних параметрів виконавчого механізму, умов навантаження і деформації хобота.

4. Сформульована концепція, поставлена та розв'язана задача оптимізаційного параметричного синтезу багатоланкових виконавчих механізмів спеціалізованих пресів на основі положень теорії дослідження операцій і теорії синтезу важільних механізмів.

Обґрунтованість і достовірність наукових висновків.

Наукові положення, висновки і рекомендації обґрунтовані автором не суперечать сучасним науковим положенням в області обладнання для обробки металів тиском, теорії машин і механізмів, теоретичної механіки. Для підтвердження результатів теоретичних досліджень проведені комплексні експериментальні дослідження, моделювання процесів на основі фізичних явищ. Запропоновані фізичні моделі засновані на загальних підходах теорії машин і механізмів, теоретичної механіки, деталей машин та ін.

Експериментальні дослідження проводились в лабораторіях та промислових умовах із застосуванням стандартних вимірювальних приладів та обладнання і спеціально спроектованих і виготовлених пристроїв і оснащення.

Достовірність основних наукових положень і висновків забезпечується адекватністю фізичної суті задач та їх відповідним математичним описом, співставленням знайдених рішень з відомими аналітичними і чисельними розв'язками, з результатами рішень, що одержані альтернативними методами, та з проведеними експериментальними дослідженнями.

Практична цінність дисертаційної роботи.

Практичну цінність дисертації становлять такі її результати:

1. Методика розрахунку ковзання клинопасової передачі та його вплив на енергетичні показники привода.

2. Метод розрахунку очікуваної довговічності клинових ременів і надійності всієї клинопасової передачі залежно від умов її відмови.

3. Метод розрахунку допустимих зусиль на повзун при ексцентричному навантаженні.

4. Алгоритми та аналітичні залежності для розрахунку кінематичних характеристик виконавчих багатоланкових важільних механізмів.

5. Методи структурного та оптимізаційного параметричного синтезу виконавчих механізмів спеціалізованих пресів.

6. Алгоритм, інформаційне та програмне забезпечення системи автоматизованого проектування кривошипних гарячештампувальних пресів.

Науково-практичні розробки, виконані в дисертації, використані і прийняті до використання в умовах: ТОВ «Виробничо-комерційна фірма «Імпекс» (акт від 10.12.2014 р.), АТ «Мотор-Січ» (акт від 20.02.2015 р.), ВАТ «Авто-Електромаш» (акт від 15.02.2015 р.), ПАТ ТКШЗ (акт від 04.03.2015 р.), ЧКШЗ (акт від 17.02.2015 р.). Очікуємий економічний ефект від впровадження результатів досліджень в умовах ТОВ «Виробничо-комерційна фірма «Імпекс» становить 1 млн. 625 тисяч грн.

Матеріали дисертації, розроблені програмні продукти, технічні рішення і рекомендації використані в науковій роботі та навчальному процесі на кафедрі обробки металів тиском і зварювання СНУ ім. В. Даля і кафедрі обробки металів тиском ЗНТУ.

Повнота викладення здобувачем основних результатів дисертаційної роботи в публікаціях.

Основні положення роботи, наукові і практичні результати доповідалися і обговорювалися на міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях, у тому числі: «Новые наукоемкие технологии, оборудование и оснастка для обработки материалов давлением» (Краматорськ, ДГМА, 2004, 2011 рр.); «Пластична деформація металів» (Дніпропетровськ, НМетАУ, 2005 р.); «Технологія та обладнання сучасного машинобудування» (Кременчук, КДУ, 2006 р.); «Современные методы моделирования процессов обработки материалов давлением» (Краматорськ, ДГМА, 2006 р.); «Физико-механические проблемы формирования структуры и свойств материалов методами обработки давлением» (Краматорськ, ДГМА, 2007 р.); «Машины и пластическая деформация металлов» (Запоріжжя, ЗНТУ, 2007, 2012 рр.); «Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту» (Кременчук, КДУ, 2009, 2010 рр.); «Теоретичні та практичні проблеми в обробці матеріалів тиском і якості фахової освіти» (Київ, НТТУ «КПІ», 2010, 2011, 2013 рр.); «Ресурсосбережение и энергоэффективность процессов и оборудования обработки металлов давлением в машиностроении и металлургии» (Харків, НТУ «ХПИ», 2010, 2013 рр.); «Достижения и проблемы развития технологий и машин обработки давлением» (Краматорськ, ДГМА, 2012, 2013 рр.); «Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем» (Севастополь, СевНТУ, 2012, 2014 рр.); «Высокие технологии в машиностроительном производстве и транспортном машиностроении» (Полтава, ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка, 2013, 2014 рр.);

«Новейшие научные достижения» (Софія, Болгарія, 2014 р.); «Университетская наука – 2014» (Маріуполь, ПГТУ, 2014 р.); «Динамика научных исследований – 2014» (Przemyśl, Польша, 2014 р.); «Наука: теория и практика – 2014» (Przemyśl, Польша, 2014 р.); «Прикладные научные разработки» (Прага, Чехія, 2014 р.); «Перспективы мировой науки – 2014» (Шеффілд, Великобританія, 2014 р.);

Публікації. Результати дисертації висвітлені в 61 публікації, у тому числі: 3 монографії, 38 публікацій в спеціалізованих наукових виданнях та у збірниках наукових праць, з них 14 – без співавторів, 8 тез доповідей на міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях. Нові технічні рішення захищені 2 патентами України. Додатково матеріали дисертації опубліковані в 2 навчальних посібниках із грифом МОН України та захищені 3 свідоцтвами про охорону авторських прав. У зарубіжних виданнях опубліковано 15 статей.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 399 сторінок, з яких 294 сторінок основного тексту. Робота містить 94 рисунка і 5 таблиць, у тому числі 71 рисунок і 4 таблиці розміщені на 48 окремих сторінках, список використаних джерел із 346 найменувань на 37 сторінках, додатки – на 8 сторінках.

Тексту рукопису притаманна цілісність та пов'язаність. Термінологія дисертаційної роботи є загальновизнаною. Присутні деякі помилки редакційного характеру. Оформлення як дисертаційної роботи, так і автореферату відповідає вимогам ВАК України, при цьому автореферат стисло передає зміст дисертації і не містить наукових висновків, які відсутні в дисертації.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. В авторефераті зазначено, що робота виконана в Східноукраїнському національному університеті ім. Володимира Даля, а далі, що «Виконання дисертаційної роботи пов'язано з тематичними планами науково-дослідних робіт Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (СНУ) та Запорізького національного технічного університету (ЗНТУ). Дослідження виконані в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт (НДР) ЗНТУ, передбачених планами Міністерства освіти і науки України № ДР 0108U004419 «Удосконалення процесів і обладнання для обробки металів тиском» № ДР 0113U002419 «Удосконалення технології виробництва і обладнання для виробів зниженої металомісткості в умовах машинобудівного і металургійного виробництва» і ВНУ БМ–7–05 «Розробка алгоритмів і методів розрахунку енергетики робочого ходу кривошипних гарячештампувальних пресів»». Але не визначено, як розділена інтелектуальна власність на результати роботи між університетами.
2. У списку опублікованої літератури наводиться дві монографії: 1. Явтушенко А.В. Зубчатый привод кривошипных прессов. Структура и оптимизация / А.В. Явтушенко. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 67 с.; 2. Явтушенко А.В. Клиноременные передачи механических прессов / А.В. Явтушенко. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. –127 с. Видавництво «Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing», зокрема в

- РФ, визначене як таке, що його видання не слід вважати за апробацію викладених в них наукових результатів.
3. Переважна більшість літератури, на яку посилається автор (окрім видань, де автором або співавтором є автор дисертації), має дату видання до 1990 року, що знижує сучасність актуальності роботи в цілому. Зокрема, при посиланні з дослідження клинопасової передачі враховані роботи [40, 139, 333], які мають рік видання – 1981, 1972, 1961, відповідно; при посиланні з дослідження ковзання клинопасової передачі враховані роботи [177, 179, 203], які мають рік видання – 1987, 1977, 1989, відповідно; при посиланні з дослідження схеми навантаження на повзун враховані роботи [117, 125, 127, 135, 136, 147], які мають рік видання – 1979, 1982, 1982, 1966, 1979, 1989, відповідно; при посиланні з дослідження зубчастої передачі враховані роботи [246, 248, 251, 252], які мають рік видання – 1973, 1981, 1975, 1974, відповідно.
 4. На стор. 53 є посилання на літературне джерело [990], хоч у списку літератури 480 найменувань.
 5. Посилання на авторів Л.Б.Аксьонова та Е.Е. Пейсаха зроблені через посилання на дисертацію [235], яка в переліку визначена «Степанов А.В. Разработка методов структурного синтеза механизмов с применением компьютерных технологий: дис. ... докт. техн. наук: 05.02.18 / Степанов Александр Васильевич. – Новокузнецк, 2013. – 413 с.». Стосовно цієї роботи виникає ще одне питання, оскільки її назва перетинається з назвою розділу 6 – «Оптимизационный синтез исполнительных механизмов прессов». Як сполучаються перелічені дослідження і їх наукові результати?
 6. Чи враховані в роботі результати монографії авторів И.А.Церна, Х.К.Кадетова «Автоматизированное проектирование зубчатых передач кривошипных прессов», яка видана в Ростові-на-Дону в 2013 року?
 7. В актуальності зазначено – «Виготовлення кожної ковальської машини вимагає значних фінансових витрат, що часто призводить до відмови від виготовлення дослідного зразка для його подальшого доведення й випробування». Такий висновок не є коректним і не відповідає традиційним етапам освоєння продукції.
 8. В деяких випадках відсутнє розшифрування змінних до формул (зокрема формули 1-1, 1-13 ...) та позначень у рисунках (рис. 1.7 ..., 3.3, 3.4, 3.5 ...). В рис. 3.8, 3.9 на графіках не вказана одна з осей.
 9. Відсутні висновки по розділу 2.
 10. На рис. 3.3, 3.4 права група графіків практично вироджується в горизонтальну пряму і зробити висновок щодо мінімальності функції важко, а визначення оптимальних значень з рис. 3.5, 3.6, 3.7 потребують додаткових пояснень від автора щодо практичного застосування.
 11. По стор. 127, в якості прикладу можна б було розрахувати прес з однаковими вихідними параметрами, але з різним компонованням по кількості ступенів зубчастої передачі та розташуванням муфти. Та зробити порівняльний аналіз результатів розрахунків.

12. По стор. 147, зазначено, що «Решение многокритериальной задачи оптимизации в формулировке (3.17) ввиду несоизмеримости критериев оптимальности и неопределенности коэффициентов веса β_i практически невозможно. Из приведенных рисунков и аналитических зависимостей критериев оптимальности следует, что в достаточно большом диапазоне передаточных отношений ступеней значения критериев оптимальности в области их минимумов изменяются незначительно (не более 7–10 %)». Виникає питання щодо доцільності досліджень, якщо отримані результати фактично не приводять до ефекту.
13. У висновках по розділу 3 відсутній пункт 4, але два пункти 3. В першому пункту 3 зазначено, що «Вес привода и его инерционность зависят от конструктивного исполнения зубчатых колес, структуры передаточных механизмов и передаточных отношений отдельных ступеней при заданном общем передаточном отношении привода». Але конструктивні особливості виконання зубчастих коліс в роботі не розглядались.
14. В огляді (формула 1-4) та на стор. 145 автором наданий вираз для визначення ковзання, але одночасно автор говорить про відсутність залежності для визначення ковзання.
15. По стор. 159, зазначено, що комплекс рівнянь 4-18, 4-19, 4-20 є математичною моделлю перехідного процесу, але не сказано, як вони розв'язуються в програмі ROZGON, відсутній алгоритм.
16. При розгляді продуктивності пресу до уваги не прийнято, що прес не весь час працює при номінальному навантаженні, характер самого навантаження та доля часу при якому прес працює при номінальному навантаженні, що, очевидно, приводить до завищеного результату. Також скрізь не згадуються випадки, коли прес працює в режимі безперервних ходів.
17. По стор. 175, зазначено, що «ограничение коэффициента использования числа ходов горячештамповочных прессов определяется, как раз временем восстановления скорости маховика, а не производительностью средств механизации или обслуживающего персонала» та наведений приклад щодо поновлення швидкості обертання за 4,6 с, але, зокрема, за нормами часу штампувальник за цей термін не встигне видалити штампівку та вкласти нову заготовку. Не спучені параметри продуктивності пресу з відповідними параметрами (вкл./викл.) механізмів керування пресу.
18. По стор. 176, зазначено, «Корреляционная связь между скольжением ремней и номинальным усилием пресса не установлена. Величина скольжения сильно зависит от состояния передачи, прежде всего от количества ремней и их начального натяжения». То можливо більше уваги приділити культурі регламентних робіт і отримати більший ефект. Таке ж запитання щодо підтримання робочого стану обладнання можна задати відносно некоректної експлуатації клинопасової передачі з неповним комплектом ременів та з зменшеним натягом, наявності збільшених зазорів між повзуном і напрямними та ін.
19. Ще одне заперечення попереднього змісту по стор. 177, де при експериментальному дослідженні ГKM зазначено, що «Опыт эксплуатации

показує низку надійність передачі, часте буксування ремней при пуску двигателя и максимальной нагрузке». То виникає питання, в якому ж технічному стані перебувала досліджувана ГKM, якщо буксування відбувалось навіть при пуску двигуна?

20. Виявлені дефекти ременів клинопасової передачі, знос напрямних повзуна доречно б надати у вигляді документального фото.
21. При дослідженні клинопасової передачі не згадується про надійність передачі моменту при зносі канавок на шківі.
22. При дослідженні повзуна прийняте допущення щодо відсутності впливу на його роботу з боку направлення в штампі. Але наявність колонок-втулок штампі або штампового блоку (навіть при відносно малій жорсткості) суттєво впливає на схему силового навантаження повзуна і на умови його сталого положення. Також виникає питання щодо допущення максимального ексцентриситету прикладання технологічної рівнодіючої на повзун на відстані в половину відповідної довжини повзуна, тобто на самій бічній кромці. Щодо ексцентричного прикладання у фронтальній площині, то така схема можлива тільки для деталей унікальної форми. В масовій більшості технологічну рівнодіючу можна прикласти по центру фронтальної площини.
23. Висновки по розділу 5 починаються з пункту 7.
24. Оскільки значно ускладнюється конструкція приводу багатоважільного пресу, підвищуються як кількість деталей, так і вимоги до точності їх виготовлення, то доцільно провести порівняльний аналіз з вартістю гідравлічного пресу аналогічних характеристик і визначитись з доцільністю синтезу. Тим паче, що синтез проводиться для відомих механізмів іноземних виробників.
25. Наукова новизна в розділі 7 – відсутня.

Зазначені зауваження не впливають на подальшу загальну оцінку дисертаційної роботи Явтушенко О.В., оскільки в більшості випадків в роботі закладений певний запас (зокрема, по кількості публікацій, науковій новизні та ін.), і вони не впливають на основні положення та результати і їх слід розглядати як побажання для подальшого наукового пошуку.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Явтушенко О.В. є завершеною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують науково-технічну проблему створення комплексу оснащення і обладнання та медик їх обрахунків для ефективного проектування, виготовлення та експлуатації пресів з кривошипним приводом, що забезпечує ефективність і конкурентоспроможність виробництва на підставі зменшення собівартості як обладнання, так і самого виробництва, досягнення достатньої продуктивності та відповідності до вимог експлуатації.

Робота відповідає паспорту спеціальності 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском.

Вважаю, що дисертаційна робота «Розвиток теоретичних основ методів розрахунку і проектування систем кривошипних пресів» відповідає вимогам ВАК України щодо докторських дисертацій, зокрема п.п. 9, 10 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, а її автор Явтушенко Олександр Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – Процеси та машини обробки тиском.

Офіційний опонент:

д.т.н., доц., професор кафедри механіки
пластичності матеріалів та
ресурсозберігаючих процесів
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут»

С.П.Гожій

Підпис Гожія С.П. засвідчую
Вчений секретар

А.А.Мельниченко