ВІДГУК

ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
НА ДИСЕРТАЦІЙНУ РОБОТУ
БЕШТИ ДМИТРА ОЛЕКСАНДРОВИЧА
«АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ПЕРЕХІДНИМИ РЕЖИМАМИ ЗМОТУВАННЯ СОРТОВОГО ПРОКАТУ НА ОСНОВІ ЇХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ», ЯКУ ПРЕДСТАВЛЕНО НА ЗДОБУТТЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ КАНДИДАТА ТЕХНІЧНИХ НАУК ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 05.13.07 – АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ

1. **Актуальність теми дисертаційної роботи.**

Аналіз існуючих прогнозів по споживанню металопрокату, який поставляється у мотках свідчить, що роль скорочення втрат металу в машинобудуванні за рахунок дотримання важливих характеристик як самого проката, зокрема стабільності геометричних розмірів його перетину так і мотка, як-то щільність змотування, відсутність ушкоджень при транспортуванні – буде значною для споживача, як в найближчий час, так і достатньо віддаленому майбутньому.

Аналіз дисертації дозволяє стверджувати наступне – отримані результати та запропоновані технічні рішення відповідають сучасним вимогам до автоматизації процесів керування, пов'язаних із змотуванням сортового прокату на моталках типу Гаррета.

Надбання, отримані в результаті виконання роботи є перспективними для запобігання локального утягування профілю прокату на різних стадіях процесу змотування і забезпечення високих якісних показників цього процесу на основі ідентифікації перехідних режимів. Таким чином, тема дисертації є досить актуальною.

Напрямок дисертації відповідає вимогам керівних документів МОН України про присудження вчених ступенів.

2. **Наукова новизна дисертаційної роботи** полягає в керованій зміні швидкості обертання столу моталки, при захопленні прокату моталкою, в функції довжини прокату і фіксації завершення процесу захоплення по появі статичного струму навантаження моталки, рівного заданому значенню струму змотування, що забезпечує своєчасний перехід до режиму змотування прокату та включенні контуру стабілізації прогину прокату шляхом регулювання швидкості випускної кліті при переході до намотування нового шару прокату і його відключенні при досягненні прогину прокату заданої величини, що забезпечує усунення локального утягнення профілю прокату в валках випускної кліті.

На основі проведених досліджень в роботі отримано наступні **наукові результати:**

- удосконалено закономірності керованої зміни швидкості обертання столу моталки при захопленні прокату за рахунок створення математичної моделі взаємодії прокату зі столом і барабаном моталки під час захоплення прокату моталкою на основі методів теорії спротиву матеріалів, які забезпечують надійне захоплення прокату моталкою та своєчасний перехід до режиму змотування прокату з натягом із запобіганням ривків натягу і локального утягування профілю прокату;
- вперше обґрунтовано закон керування укладальником, шляхом застосування розрахунку за встановленою залежністю, який полягає у зміщенні точки реверсу укладальника поточного шару відносно точки реверса укладальника попереднього шару на відповідну величину, що на відміну від відомих законів, дозволяє запобігти зриву крайніх витків при відсутності реборд та пов'язане з цим явище ривків натягу і локального утягування профілю прокату;
- уточнено, що включення контуру стабілізації прогину прокату шляхом регулювання швидкості випускної кліті при переході до намотування нового шару прокату і його відключення при досягненні прогину прокату заданої величини, забезпечує усунення локального утягнення профілю прокату в валках випускної кліті шляхом скорочення часу узгодження швидкості прокату на виході з кліті зі швидкістю більш ніж на 50%.
- підтверджено умови за яких підвищення швидкості обертання столу моталки безпосередньо після початку захоплення прокату столом моталки до рівня співпадання швидкості поверхні барабана моталки і прокату безпосередньо після початку захоплення прокату столом моталки та ідентифікація моменту завершення захоплення прокату моталкою по статичному струму навантаження моталки, що дорівнює заданому струму змотування – забезпечують надійне захоплення прокату моталкою та своєчасний перехід до режиму змотування прокату з натягом;
- набув подальшого розвитку науковий підхід де автоматичне керування моментом реверсу укладальника, який забезпечує зміщення точки прилягання поточного шару відносно моменту реверса укладальника при змотуванні попереднього шару на величину, яка розраховується за залежністю, що встановлена, запобігає зриву крайніх витків при змотуванні прокату на моталці типу Гаррета;
- на основі врахування необхідного зусилля і деформації поверхні прокату при його транспортуванні встановлено, що вдосконалення контролю якірного струму і швидкості обертання трайбапарату забезпечує повну параметричну ідентифікацію режиму транспортування прокату, що дає можливість підвищити точність

настройки даного режиму і зменшити коефіцієнт випередження трайбапарата з 10-15 % до 5 %.

3. Практична цінність дисертаційної роботи:

- розроблено алгоритми програмно-технічної реалізації керування змотуванням прокату моталками дрібносортно-дротового стану ДСДС 250/150-6 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», які забезпечили мінімізацію ривків натягу прокату при його змотуванні, що дозволило стабілізувати геометричні розміри перетину прокату у мотках на рівні вимог стандартів України до прокату високого класу точност;
- обґрунтовано науково-технічні рішення і розроблено систему керування укладальника, що забезпечує плавне регулювання швидкості його переміщення в широкому діапазоні швидкостей;
- результати роботи впроваджені в проектних рішеннях АСУ моталок і термотрас моталок ДСДС 250/150-6 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».
- отримані в дисертації теоретичні й практичні результати використовуються у навчальному процесі при підготовці фахівців зі спеціальностей: «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Комп'ютерна інженерія» у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка».

4. Обґрунтованість та достовірність наукових положень і висновків дисертаційної роботи.

Головні наукові положення, виводи та рекомендації дисертації будуються на адекватному використанні аналітичних методів механіки й опору матеріалів для досліджень закономірностей захоплення прокату моталкою і зриву крайніх витків, методів обробки металу тиском для встановлення закономірностей, що описують транспортування прокату трайбапаратом, теорії автоматичного керування, математичного моделювання для дослідження процесу змотування прокату з натягом і керуванні даним процесом, механіки і гідравліки при розробці системи керування укладальником.

Обґрунтування і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується коректністю допущень, відповідності розроблених математичних моделей фізичним процесам в системах, відповідності результатів моделювання параметрам, які спостерігаються у реальному технологічному процесі, результатами впровадження АСК моталок і термотрас моталок ДСДС 250/150-6 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», що забезпечує точність поперечного перетину прокату в межах площини допуску для прокату високої точності – ±0,1 мм.

5. Повнота викладу результатів досліджень у публікаціях.

Дисертант опублікував 10 наукових праць, зокрема: 6 – статей у наукових фахових виданнях України, з яких 2 – у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus, 4 – у збірниках наукових праць і матеріалах конференцій. Приведений в публікаціях матеріал відповідає темі дисертації та повністю відображає викладену в ній мету, завдання, наукову і практичну новизну, висновки.

6. Оцінка змісту дисертаційної роботи та її завершеності.

Дисертаційна робота Д.О. Бешти містить 143 сторінки основного тексту, 2 таблиці, 72 рисунки та список літератури із 148 найменувань на 16 сторінках. Дисертація має 5 додатків на 39 сторінках.

У вступі відображена актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет досліджень та наукова і практична новизна отриманих результатів роботи.

У першому розділі зроблено аналіз процесу отримання сортового прокату в мотках. Виявлено вплив систем, що у своїй взаємодії впливають на отримання мотка потрібної якості. Розглянуто особливості та проблеми процесу керування змотуванням сортового прокату на моталках типу Гаррета. Автором формалізовані завдання автоматизації процесу керування перехідними режимами змотування для запобігання локальних утягнень профілю прокату.

Проаналізовано вимоги до систем автоматизації процесом керування змотуванням прокату сформульовані наукові завдання та обрані напрямки рішення для підвищення якості змотування та товарного вигляду готового мотка через параметричну ідентифікацію параметрів, що є суттєвими для протікання процесу у перехідних режимах змотування прокату і визначення принципів керування процесом змотування в цих режимах.

Другий розділ направлено на розробку і дослідження математичної моделі та виконано аналітичні дослідження процесу транспортування прокату трайбапаратом, процесу захоплення моталкою прокату, механізму зриву витків при переході до змотування наступного шару. Автором встановлені закономірності для автоматизованого керування цими процесами на основі ідентифікації точок зміни режимів при контролі параметрів об'єкту керування.

В результаті дослідження процесу захоплення прокату моталкою встановлено, що керування швидкістю обертання столу моталки має здійснюватися не в функції часу, а в функції довжини прокату, який зайшов в моталку, а закінчення процесу захоплення ідентифікується появою статичного струму навантаження моталки, рівного заданому значенню струму змотування.

Автором в ході досліджень встановлено, що висота точки переходу до намотування нового шару, при однаковому верхньому положенні укладальника, зміщується по висоті

Встановлено, що для запобігання зриву витків необхідно, щоб кут повороту стола моталки після проходження укладальником фіксованої

висоти підйому до його верхнього положення був менше такого ж кута повороту при намотуванні попереднього шару.

Автором запропоновано і обґрунтовано спосіб керування укладальником, що забезпечує запобігання зриву витків, заснований на зміщенні з кожним шаром точки включення реверсу укладальника вниз відносно точки реверсу укладальника на попередньому шарі, на величину, яка вираховується по куту повороту барабана моталки відносно фіксованої точки підйому укладальника.

У роботі також були досліджені вплив трайбапарата на точність поперечних геометричних розмірів прокату в мотках і транспортуюча сила трайбапарата, яка виникає за рахунок малих обтиснень прокату.

Показано, що контроль якірного струму і швидкості обертання трайбапарата забезпечує повну параметричну ідентифікацію режиму транспортування прокату і забезпечує можливість автоматичного керування цим процесом

Третій розділ присвячено експериментальному дослідженню процесу змотування сортового прокату, як об'єкту керування; розроблена комплексна модель ділянки змотування сортового прокату, що включає математичну модель натягу прокату на ділянці випускна кліть – моталка і модель систем, що беруть участь у змотуванні сортового прокату; досліджено процес змотування прокату на моделі за різними способами керування.

Дослідження включали три основні режими керування: змотування в режимі стабілізації тільки струму моталки (за базовою схемою); змотування в режимі стабілізації струму моталки з його корекцією по відхиленню прогину прокату від заданої величини; змотування в режимі стабілізації струму моталки з корекцією швидкості обертання випускної кліті по відхиленню прогину прокату від заданої величини.

Дослідженнями встановлено, що при наявності контуру керування по стабілізації натягу прокату на ділянці моталка-випускна кліть шляхом корекції швидкості обертання випускної кліті по відхиленню прогину прокату від заданої величини забезпечує, при переході до намотування нового шару прокату, зниження відхилення натягу прокату від заданої величини до значення при якому відсутнє локальне утягнення профілю прокату. Автором запропоновано новий метод керування при якому контур стабілізації натягу прокату на ділянці моталка-випускна кліть шляхом корекції швидкості обертання випускної кліті повинен включатися тільки в момент реверса укладальника (початок змотування наступного шару) і відключатися по досягненню величиною натягу заданого граничного значення.

У четвертому розділі наведено розробку структури системи керування взаємозалежними системами ділянки змотування сортового прокату, розробку системи керування укладальника моталки, розробку системи керування взаємозалежними системами ділянки моталок.

Реалізація запропонованих у роботі науково-технічних рішень забезпечується проектними рішеннями керування системами ділянки

моталок дрібносортно-дротового стану 250/150-6 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Дисертація відрізняється логічним викладенням наукових матеріалів дослідження і оформлена відповідно до існуючих норм. Автореферат дисертації та опубліковані праці повністю відображають основний зміст роботи.

7. Зауваження до дисертаційної роботи

По дисертаційній роботі Д.О. Бешти є наступні зауваження:

1. З дисертаційної роботи не ясно за якими критеріями визначається точка першого контакту прокату з піддоном столу моталки і не досліджено як вибір координати цієї точки впливає на надійність захоплення прокату столом моталки.
2. На стор. 81, 82 автор досліджує можливість захоплення прокату моталкою у випадку, коли швидкість прокату перевищує швидкість барабана моталки, що є зайвим. Але ж при таких умовах захоплення апріорі неможливе за фізичним змістом явища, що досліджується.
3. Автор на стор. 94 після табл.22 каже про «необхідність домотування» витків першого шару відносно останнього», але не пояснено як саме це реалізується, особливо враховуючи змінну довжину заготовки.
4. В роботі не розглядається режим змотування прокату після виходу його заднього кінця з трайбапарату.
5. Експериментальні дослідження, що наведені в п.3.1. здебільш направлені на обґрунтуванню проблематики досліджень процесу змотування. Тому їх доцільно було б привести в першому розділі або винести в додаток.
6. З рис. 3.11в видно, що розімкнутий контур регулювання натягу моталки корекцією струму змотування містить коливальну ланку, тобто є нестійкий. Цього було б автору достатньо і без моделювання для висновку о неефективності такого керування.
7. В розділі 4 не розглянуті питання програмної реалізації системи керування механізмами ділянок моталок і термотрас моталок.

Наведені зауваження не знижують загальної оцінки виконаної на достатньому рівні дисертаційної роботи.

8. Висновок по дисертаційній роботі

Оцінюючи зміст дисертації Бешти Д.О. у цілому можна відзначити, що ця робота спрямована на подальший розвиток технології змотування сортового прокату.

Основний зміст дисертації полягає у розробці більш вдосконалених, функціональних рішень щодо автоматизації процесів керування при змотуванні сортового прокату.

Автором роботи удосконалено закономірності керованої зміни швидкості обертання столу моталки при захопленні прокату; підтверджено умови які забезпечують надійне захоплення прокату моталкою та своєчасний перехід до режиму змотування прокату з натягом; розвинуто науковий підхід до автоматичного керування моментом реверсу укладальника; встановлено, що вдосконалення контролю якірного струму і швидкості обертання трайбапарату забезпечують повну параметричну ідентифікацію режиму транспортування прокату; встановлено, що основна задача по удосконалюванню керування режимом змотування прокату – мінімізація амплітуд коливань натягу прокату між моталкою і кліттю щодо його заданого значення; доведено що при наявності контурів стабілізації натягу прокату на ділянці моталка-випускна кліть шляхом корекції заданого струму змотування і швидкості обертання випускної кліті досягаються найкращі динамічні і статичні параметри процесу змотування.

Слід зазначити практичну спрямованість результатів теоретичних досліджень і використання їх не тільки у навчальному процесі, але й при створенні системи керування розглянутим технологічним процесом.

Все це разом представляє вирішення конкретного важливого науково-практичного завдання з автоматизації процесів керування перехідними режимами змотування сортового прокату на основі їх ідентифікації.

Поставлені і вирішені автором дисертаційної роботи питання, що виносяться на захист, характеризуються спільністю змісту, отримані результати свідчать про особистий внесок Д.О. Бешти у науку. Зазначені вище зауваження не знижують загальної позитивної оцінки виконаної досить актуальної і плідної праці.

Таким чином, дисертаційна робота відповідає вимогам керівних документів Міністерства освіти і науки України і «Порядку присудження наукових ступенів», що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор, Бешта Дмитро Олександрович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри автоматизованого
управління технологічними процесами,
«Інженерного інститута ЗНУ» М.Ю. Пазюк

Підпис проф. Пазюка М.Ю. засвідчую