

А.М. ДРАБЧУК, аспірант, Ю.П. КАЛІНІЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ПОТЕНЦІАЛ ЗАЛУЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ КОНВЕЄРНИХ СИСТЕМ

В статті автори торкаються теми необхідності залучення новітніх інформаційних технологій в процеси розроблення систем уловлювання стрічок конвеєрів під час аварійного виходу з ладу останніх. Також, автори аналізують можливі шляхи та підходи до впровадження високоточних математичних моделей моделювання процесів уловлювання стрічок конвеєрів уловлювачами під час аварійного пориву стрічки в процесі роботи конвеєра. Також, значна увага приділяється аналізу факторів, що впливають на тривалість строку служби конвеєрної стрічки, а також виявленню випадкових негативних впливів на стрічку конвеєра. Намагаються означити напрями подальших досліджень та розробляють теоретичну складову моделювання процесу уловлювання стрічки під час її обриву а також теоретично окреслюють межі деяких практичних величин, котрі впливають на процес уловлювання стрічки конвеєрів під час її обриву. Окреслені подальші напрями досліджень дають авторам уявлення про порядок величин, що будуть отримані в процесі натурних досліджень, а також нададуть змогу сконцентруватись на найбільш важливих факторах та тенденціях у процесах уловлювання. В статті автори наводять своє бачення теоретичної частини майбутніх досліджень для дисертаційної роботи.

Комп'ютерні технології за останні 50 років зробили величезний крок вперед. Ще у 60 роках людство використовувало ЕОМ для відправлення людини у космос, а зараз – за допомогою персональних комп'ютерів маємо можливість прораховувати складні процеси руху середовищ та напруження у різних конструкціях. За наявності відповідних навичок навіть одна людина спроможна створити переворот у вирішенні конкретних задач.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Останнім часом все більше та більше залучаються комп'ютери та спеціалізовані програми для проектування машин та агрегатів. Комп'ютерне моделювання допомагає зекономити чимало часу при вирішенні будь-яких інженерних задач.

Однак, основна перепона є в тому, що відносно мала кількість спеціалістів володіє спеціалізованим програмним забезпеченням на потрібному рівні. Це пов'язано, насамперед, з тим, що наша держава є у ролі наздоганяючого. У розвинених країнах майже всі розробки проходять етапи моделювання та вдосконалення технічних та геометричних характеристик за допомогою програмного забезпечення. Тобто, кожна деталь, кожен вузол, кожен агрегат спочатку проектується, збирається, тестується, вдосконалюється у комп'ютерному середовищі, штучно створеному середовищі, котре здатне симулювати комп'ютерна програма. І тільки після цього, коли всі характеристики задовольняють вимогам проекту, коли всі деталі та вузли працюють максимально ефективно – починається виготовлення та збирання справжнього агрегату.

На нашу думку, саме це є перевагою та беззаперечною причиною необхідності загального впровадження способу попереднього комп'ютерного моделювання агрегатів перед їх виготовлення та впровадження у технологічний процес на виробництві.

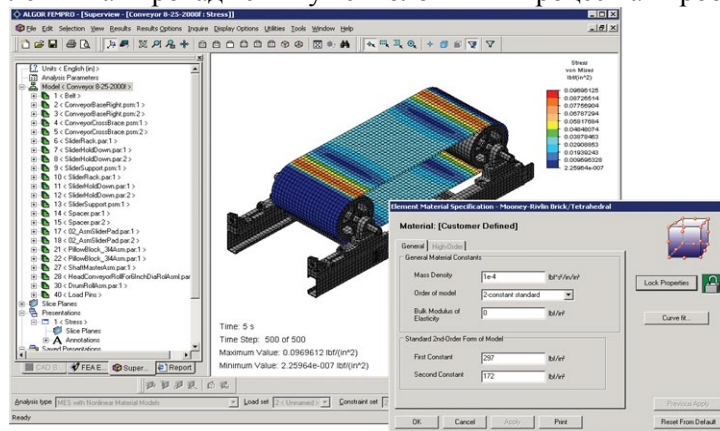


Рис. 1. Ілюстрація розподілення навантажень в конвеєрній стрічці виконана у програмі Algor MES [11]

Аналіз досліджень і публікацій. У світі вже протягом кількох десятиліть використовують комп'ютерні технології для розроблення конвеєрних систем, моделювання поведінки стрічки, дистанційного моніторингу її стану у реальному часі, прогнозування вірогідності аварії на тій чи іншій конвеєрній системі в реальному часі, тощо.

На теперішній час найбільш актуальними стають високоточні математично-комп'ютерні моделі, що спроможні надати вичерпні дані по роботі системи з наданням таблиць,

графіків, діаграм, таблиць та зробити достатньо точний прогноз подальшої роботи та стабільності системи.[1-10]. Найбільш прогресивним є аналіз елементів конструкції за МКЕ (метод кінечних елементів) та лінійного або нелінійного аналізу.[12-13]. Він надає можливість найбільш точно розглянути та обрахувати поведінку будь-якої деталі.

Постановка завдання. Впровадження новітніх систем комп'ютерного моделювання у процес розроблення нових та вдосконалення існуючих систем уловлювання конвеєрних стрічок є одним із пріоритетних напрямів в проектуванні систем безперервного транспорту.

Застосування даного методу дозволить опрацювати існуючі гіпотези та теорії щодо доцільності різних режимів уловлювання стрічок різними конструкціями уловлювачів. У той же час, дозволить розробити математичні моделі поведінки кінця стрічки у момент обриву та поведінки її в момент уловлювання.

Викладення матеріалу та результати. Під час експлуатації конвеєрних систем одним із найважливіших елементів конструкції щодо забезпечення їх безаварійної роботи є уловлювачі конвеєрних стрічок. Навіть після аварійного пориву стрічки конвеєра уловлювачі допомагають мінімізувати втрати вантажу та затрати на ліквідацію пошкоджень, що може викликати потік породи. Тому проектування й експлуатація уловлювачів проводиться відповідно до вимог гірничого виробництва, а саме здатність уловлювачів швидко зупинити стрічку конвеєра, що спадає, після її аварійного пориву.

Простота конструкції допомагає зменшити витрати на обслуговування, а за правильного підходу до проектування - проста конструкція має менше шансів на відмову чи вихід з ладу її окремих елементів.

Важливим і складним етапом моделювання системи уловлювання стрічки при створенні аварійних ситуацій в роботі конвеєра носить багатофакторний характер навантажень, напружень різних типів, видів та величин, а також різниця у роботі матеріалів стрічки конвеєра та його ставу. Серед них найбільш суттєвим є те, що уловлювач стрічки повинен спрацювати як при розриві стрічки, так і при її зворотньому русі сумісно з вантажем при аварійній зупинці привода конвеєра. Також, уловлювач повинен забезпечувати зупинення руху стрічки в в такому режимі, при якому навантаження на стрічку не носитимуть руйнівний характер як конструкції уловлювача, так і складників стрічки. Крім того, конструкція уловлювача повинна бути максимально простою, найбільш ефективною в роботі, а також максимально простою та непримхливою в експлуатації.

Водночас правильний вибір місця розташування уловлювачів на конвеєрному ставі відіграє не останню роль в ефективності роботи конвеєра. Так, устроюючи уловлювачі біля натяжної станції похилого конвеєра, ефективність роботи зводиться практично до нуля. Це відбувається через те, що навантажена стрічка конвеєра дуже рідко рветься в зоні натяжного барабану. У цій зоні на стрічку діють лише зусилля розтягу від натяжних станцій та невеликої кількості руди, що навантажена на цю стрічку. У зоні біля натяжного барабану може розриватися зношена стрічка, або стрічка на яку впливають маловірогідні фактори, наприклад аварійний вихід з ладу окремих елементів конвеєра, що створить надмірні зусилля розтягу, тощо.

Установлення уловлювачів у зоні біля приводного барабану конвеєра є найбільш доцільним. Це зумовлюється тим, що в цій зоні на стрічку діють значно більші навантаження, ніж у зоні біля натяжної станції. Тут багатократно зростають зусилля натягу від приводного барабану, що створює крутний момент; обсяг матеріалу, що транспортується, який розподіляється по всій довжині стрічки, досягає максимальних значень, що також створює дуже великі зусилля повздожнього розтягу у стрічці. Також, у цьому випадку, не менш важливим є й провисання стрічки між підтримуючими роликками під дією вантажу. Подолання опору, що створює провисання стрічки, помножений на довжину конвеєра та ступінь завантаженості останнього, викликає теж великі диссипативні зусилля розтягу, що негативно впливають на стан конвеєрної стрічки.

Суттєвим моментом у питанні вибору місця розташування уловлювача є визначення кількості уловлювачів. На практиці на конвеєрних лініях може бути встановлено один або декілька уловлювачів. Крім того, для типів уловлювачів, у яких до складу загальної конструкції входять пристрої попереднього реагування на обрив стрічки, важливим фактором є вибір місця установки їх по відношенню до основної конструкції уловлювача.

Це обумовлено тим, що збільшення кількості уловлювачів підвищує загальну можливість системи протидіяти наслідкам поривів стрічки. Але в той же час, збільшення їх кількості призводить до збільшення витрат на їх обслуговування та безпосередньо монтаж.

Тож, локалізація зони найбільших навантажень на стрічку конвеєра під час його роботи, а отже і місця найбільш вірогідного пориву стрічки конвеєра є основним фактором у виборі місця установки уловлювачів або системи уловлювачів на ставі конвеєра.

Не слід забувати про те, що сировина, яка транспортується на конвеєрах гірничого комплексу також зношує стрічку. Це відбувається через абразивність сировини, гострих країв шматків породи, вплив корозійних факторів на стрічку з боку сировини, а також коливання, що створюються у стрічці під час завантаження цієї сировини з бункера.

Комбінація всіх означених чинників сприяє тому, що стрічка зношується скоріше, ніж це передбачено експлуатаційними характеристиками. За наявності вищевказаних факторів зношення стрічка і розривається в зоні найбільших навантажень на неї, а саме в зоні приводного барабану конвеєра.

Слід зауважити, що "зона біля приводного барабану" є достатньо розпливчатим поняттям. На сьогоднішній день проведено дуже мало досліджень, які були б спрямовані на пошук та вибір оптимального місця розташування уловлювачів стрічок.

Безпосередньо процес уловлювання також значним чином впливає на стрічку. Залежно від швидкості уловлювання, характеру зусиль, що діють з боку уловлювачів на стрічку, кількості вантажу та його фізико-механічних властивостей, стрічка та вантаж можуть вести себе по-різному.

Так, розглядаючи сукупно стрічку та вантаж, можливо зробити висновок, що швидкість та характер уловлювання головним чином впливають на сам процес уловлювання та на стан стрічки з вантажем після остаточної зупинки конвеєрної стрічки.

З огляду на теоретичний аспект, діапазон швидкостей уловлювання стрічки можна розглядати в таких межах: від майже миттєвого захоплення стрічки з прикладанням максимальних зусиль до повільного захоплення її з поступовим збільшенням зусиль захоплення.

Добір оптимальних параметрів захоплення є одним із ключових факторів правильної роботи уловлювача. Дуже різке захоплення стрічки, завантаженої сипучим вантажем, може спровокувати її деформацію, викликавши пружну хвилю.

При цьому кінетична енергія від такої деформації може передатись вантажу та розсіпати його по конвеєрній галереї.

З іншого боку, порівняно повільне захоплення стрічки уловлювачем може виявитись не достатньо швидким, що спричинить проковзування стрічки між робочими органами уловлювачів а також її вихід із зони уловлювання.

У цьому випадку навантажена стрічка буде рухатись у бік натяжної станції, спричиняючи руйнування конструкціям конвеєра.

Серед вищевказаних прикладів аварійних ситуацій, що потребують розробки процесу моделювання системи уловлювання стрічки конвеєра при поперечному її пориві, є уловлювання стрічки та зупинка конвеєра під час повздовжнього прорізу стрічки.

Явище повздовжнього порізу стрічки спостерігається в місцях завантаження конвеєра шляхом контакту з гострим предметом, який виходить із завантажувального пристрою сумісно з основним потоком сипучого вантажу

Цей фактор є особливо небезпечним, тому що при несвочасній зупинці конвеєра може відбуватись поріз стрічки по всій її довжині з вимушеною заміною останньої.

Емпіричний добір оптимальних параметрів у поєднанні з новітніми методами комп'ютерного моделювання – єдиний метод забезпечити максимально можливий коефіцієнт ефективності та надійності роботи уловлювачів конвеєрних стрічок.

У той же час, емпіричний метод підбору параметрів може дати лише наближені результати. Для того, щоб окреслити очікувані результати досліджень представимо табл. 1, у якій визначено найбільш перспективні напрями.

Такі широкі межі допуску часу вказані через те, що заздалегідь невідомо скільки часу потрібно на уловлювання стрічки конвеєра на тому чи іншому конвеєрі, а також як повинен протікати процес уловлювання, щоб не пошкодити стрічку.

Про це вже згадувалось раніше.

Теоретично очікуваний характер уловлювання конвеєрної стрічки

Характер уловлювання	Час уловлювання, мс
Надшвидке	20-50
Швидке	50-100
Помірне	100-300
Повільне	300-500
Надповільне	500-1000

Розглянемо надшвидкий характер уловлювання. При такій швидкості уловлювання очевидним плюсом є те, що стрічка конвеєра з вантажем, що починає рухатись у протилежному боці від основного напрямку руху конвеєра, майже миттєво зупиняється. На перший погляд навантажена стрічка з сипучим матеріалом практично не має часу з'їхати в напрямі натяжної станції та зруйнувати конструкції конвеєра.

Однак, при такому характері уловлювання можливе виникнення пружної хвилі в повздовжньому перерізі стрічки в наслідок раптового захоплення останньої. Ця пружна хвиля може бути настільки потужною, що може викинути дрібно- та середньозернистий сипучий матеріал з простору стрічки. В той же час, різке захоплення конвеєрної стрічки може зруйнувати поверхневих обкладковий шар стрічки а також може спричинити надмірні навантаження на конструкції уловлювача.

Швидкий режим захоплення може бути також руйнівним для поверхневого шару стрічки а також для контактних поверхонь башмаків уловлювачів. Як і в попередньому режимі захоплення стрічки вірогідність небажаних руйнувань у системі уловлювач-стрічка є дуже імовірним. Але з іншого боку, більш поступове захоплення стрічки є кращим для її поверхневого шару та контактних поверхонь уловлювачів.

З нашого погляду, помірний режим уловлювання є найбільш оптимальним. Це зумовлюється тим, що в такому режимі співвідношення сил затискування між контактними поверхнями башмаків уловлювача та силами, що намагаються висмикнути стрічку із зони уловлювання є оптимальним. На нашу думку, при такому режимі уловлювання має зберегтися обкладковий шар стрічки, збережеться цілою контактна поверхня башмаків уловлювача. А також, вірогідність виникнення пружної хвилі в стрічці стає достатньо низькою для того, щоб не брати цю вірогідність до уваги.

При повільному режимі уловлювання значно зростає вірогідність того, що швидкодія системи уловлювання буде нижчою ніж потрібно. Тобто, зростає вірогідність того, що уловлювач просто не встигне спрацювати належним чином. В цьому випадку також можливе часткове спрацювання системи: башмаки уловлювача встигають наблизитись одне до одного та торкнутися стрічки, трохи її затиснувши. Однак, швидкість спадаючою вниз стрічки буде вже дуже значною і за рахунок інерційних сил стрічка з вантажем просто висковзне із зони уловлювання.

Надповільний режим уловлювання включений до таблиці в більшій мірі задля перевірки всіх можливих варіантів уловлювання. Зрозуміло, що в цьому випадку вірогідність часткового спрацювання уловлювачів або їх повний відказ є дуже великою. Система уловлювання стрічки може просто не встигнути затиснути стрічку з потрібною силою.

В якості висновків можна зазначити, що нами було окреслено подальші напрями роботи при дослідженні режимів уловлювання стрічки на конвеєрних системах. Теоретично означено найбільш вірогідні величини часу та режими роботи уловлювачів з механізмом попередньої дії.

Список літератури

1. Harrison, A. (1979), A new development in conveyor belt monitoring, Mach. & Prod. Eng'g, Vol 32, p 17.
2. Harrison, A., (2007), Remote NDT monitoring of belt damage and safety factor analysis, 9th ICBMH, Newcastle, NSW, Australia.
3. Harrison, A, "Dynamic Measurement and Analysis of Steel Cord Conveyor Belts", Ph.D. Telesis, The University of Newcastle, Australia, March, 1984
4. Roberts, A.W., Papaliski, D. And Harrison, A., "The Friction and Tension Characteristics on Driving Drums of Conveyor Belts", Proceedings, 12th Intl. Power and Bulk Solids Handling Conference, Chicago, U.S.A., May 1988
5. Harrison, A. And Barfoot, O., "Modelling the Effect of Take-Up Location on Conveyor Belt Performance", Third Intl. Conf. On Bulk Materials, Storage, Handling and Transportation, IE(Aust), Newcastle, June 1989 (119-123).

6. **Hardson, A.** "Stress Distribution in Steel Cord Belts with Cord Plane Defects and Inlaid Repairs", Intl. Jnl. Of Bulk Solids Handling, Vol. 8, No. 4, Aug. 1988 (pp.443-446).
7. **Matuszewski P.** Condition Monitoring in BOT KWB Belchatow mine. Diploma thesis Mining Faculty (supervisor prof. W. Bartelms), Wrocław 2007.
8. Gladysiewicz L, KROL R., Condition Monitoring of idlers. 1st Conference on Mechanisation of Mining Industry, Institute of Mining Mechanisation Silesian University of Technology, 2002.
9. Arunkumar, muralirao (2010) 'Integrating simulation modeling and equipment condition diagnostics for predictive maintenance strategies- A case study'
10. **D. Beavers, D. Morrison.** Non-Linear Model for Dynamic Analysis of Conveyors [Електронний ресурс] / D. Beavers, D. Morrison, D. Rea // Sinclair Knight Merz. – Режим доступу: <http://www.skmconsulting.com/Site-Documents/Technical-Papers/Non-Linear-Model-for-dynamicanalysis.pdf>.
11. **Michael L.** Bussler President and CEO ALGOR, Inc. Pittsburgh, PA Електронний ресурс http://www.algor.com/news_pub/tech_reports/2003/beyondlinear/
12. **Хорольський І.М.** Динаміка ланцюгових систем і замкнених контурів машин неперервного транспорту [Текст] / **І.М. Хорольський.** – Л.: Вид-во держ. Ун-ту «Львівська політехніка», 1999. – 194 с.
13. Jurdziaк L., Failure analysis of textile and Steel cords belt used in KWB "Turów mine", Industrial Transport, 2002

Рукопис подано до редакції 17.03.15

УДК 662.74

Е.О. ШМЕЛЬЦЕР, магістр, В.П. ЛЯЛЮК, д-р. техн. наук, проф.,
В.П. СОКОЛОВА, И.А. ЛЯХОВА, Д.А. КАССИМ, кандидаты. техн. наук, доц.,
М.В. КОРМЕР, канд. хим. наук, доц., МетИ ГВУЗ "Криворожский национальный университета"

О ВЛИЯНИИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ УГОЛЬНЫХ ШИХТ НА ПРОЧНОСТЬ И ГРАНСОСТАВ КОКСА

В статье для изучения влияния свойств угольной шихты на прочность кокса были рассмотрены качественные показатели коксохимического предприятия «АрселорМиттал Кривой Рог» за 2008-2012 гг. Анализируя причины снижения качества кокса можно выделить такие факторы как большое количество поставщиков угольных концентратов, неточности в выборе оптимальной степени дробления угольной шихты, из-за чего насыпная плотность шихты и доля «отошающего» класса < 0,5 мм в шихте не соответствовали оптимальным значениям при изменяющемся марочном составе шихты; низкая степень смешивания шихты после дробилок; повышенная влажность и зольность шихты, идущей на коксование; высокая колеблемость показателей качества углей и шихт. В условиях ухудшения сырьевой базы коксования и неритмичности поставки угольных концентратов на коксохимические предприятия при решении проблемы качественной подготовки шихты, поступающей на коксование, должны быть учтены следующие ключевые моменты: шихта должна поступать в углеподготовительные цеха с содержанием влаги не выше 6-7 % или необходимо принимать меры к ее сушке на коксохимических предприятиях; неременным условием является постоянное уточнение и использование в углеподготовительных цехах оптимальной степени дробления шихты, что способствует снижению суммы отошающих компонентов шихты и росту содержания витринита в ней, что улучшает спекаемость и коксумость шихты, а значит, и качество кокса; необходимым является доведение степени смешивания угольной шихты по всем ее показателям до 98-99 %, так как неравномерное их распределение в коксовой камере отрицательно сказывается на качестве кокса.

Постановка проблемы исследований и ее связь с научными и практическими задачами. В сложившихся условиях дефицита хорошо коксующихся и легкообогащаемых углей, использования в шихте для коксования углей различных бассейнов, существенно отличающихся по технологическим свойствам, и неритмичности поставки угольных концентратов на коксохимические предприятия обеспечить высокое качество кокса и стабильность его физико-механических свойств очень сложно. Ухудшения в угольной базе коксования хорошо были видны уже в середине прошлого века, когда были предложены и разработаны основные направления и способы повышения качества кокса в изменяющихся условиях с марочным составом углей [1-4]. Однако проблема совершенствования технологии подготовки углей к коксованию остается актуальной и требует повышенного внимания.

Анализ исследований и публикаций. Способность кокса выполнять функции в доменном процессе обуславливается совокупностью и уровнем его химических, физико-химических и физических свойств [5]. При этом качество кокса и его стабильность в решающей мере зависят от состава угольной шихты, эффективности ее подготовки и в меньшей мере – от режима коксования [6,7]. В связи с этим одним из первостепенных в ряду мероприятий, направленных на улучшение качественных показателей кокса, является оптимизация качества угольных шихт