
АНОТАЦІЇ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Александров Г. А., Кравченко М. В., Тимофєєв К. Ю., Шеремет О. І. Аналіз способів побудови ідентифікаторів змінних стану асинхронного двигуна // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Для реалізації класичних принципів векторного керування автоматизованим електроприводом необхідна повна і достовірна інформація про поточні значення змінних стану. Разом з тим, в силу конструктивних особливостей асинхронного двигуна, електромагнітні змінні його роторного кола (струм і потокозчеплення ротора) важкодоступні для прямого визначення за допомогою вимірювальних перетворювачів. У цих умовах поточний стан об'єкта керування оцінюється непрямо за допомогою ідентифікаторів стану, що представляють собою обчислювальні пристрої, які працюють в реальному масштабі часу. В результаті проведеного аналізу сучасних способів ідентифікації змінних стану асинхронного двигуна з позиції складності їх технічної реалізації запропонована власна математична модель ідентифікатора. Розроблений ідентифікатор працює на основі інформації про вектор струму статора, кутову частоту гладкої складової напруги статора і про швидкість обертання валу. Проте слід мати на увазі, що при подачі в ідентифікатор вимірюваних значень струмів статора, при чисельному інтегруванні рівнянь у неідеальній цифровій моделі, обчислені модельні значення змінних можуть відрізнятися від фактичних. Відмінності можуть виникати також в тому разі, якщо початкові умови, встановлені в обчислювальній моделі, не відповідають початковим умовам для об'єкта. Аналогічні наслідки викликають і при дії параметричних збурень в об'єкті керування, пов'язаних зі зміненням його параметрів в процесі роботи. В таких випадках слід застосовувати критерій адекватності інформації на виході ідентифікатора, за яким можна було б робити висновок про ступінь невідповідності обчислюваних і істинних значень змінних.

Ключові слова: асинхронний двигун, ідентифікатор, змінні стану, векторне керування.

Болтенко О. О., Івченков М. В., Шеремет О. І. Аналітичний огляд спостерігачів стану, що використовуються у бездатчикових векторних системах керування електроприводами // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Існує багато різноманітних рішень для побудови асинхронних бездатчикових електроприводів. Як правило, під бездатчиковим електроприводом розуміють електропривод, що не містить датчика швидкості. Датчики ж електричних величин (напруги або струму) у подібних системах присутні. Бездатчикові системи керування потребують застосування алгоритмів оцінки швидкості. Забезпечення високих показників якості у динаміці здійснюється за допомогою векторного керування, в якому взаємне розташування векторів потокозчеплення і струмів визначає динамічні властивості автоматизованої електромеханічної системи. Значення величин векторів потокозчеплень частіше за все розраховуються за допомогою математичної моделі статора і ротора асинхронного двигуна. В електроприводах з бездатчиковим векторним керуванням для оцінки кутової швидкості застосовують різноманітні математичні моделі асинхронного двигуна. Параметри подібних моделей не завжди адекватно відтворюють параметрами двигуна, вони можуть значно змінюватися при варіації температурних режимів або інших умов роботи. Тому бездатчикові системи векторного керування, окрім моделей для визначення швидкості, повинні мати засоби ідентифікації параметрів двигуна.

В статті виконується аналітичний огляд спостерігачів стану, що використовуються у бездатчикових векторних системах керування електроприводами, який показав, що їх можна розділити на дві групи: вимірюючі та такі, що працюють на базі деяких математичних моделей. Вимірюючі спостерігачі здійснюють вимірювання деяких величин, а інші – отримують шляхом розрахунку. Спостерігачі, що працюють на основі математичних моделей, залежать від їх точності та математичного апарату, який застосовується для розрахунку невідомих параметрів. Задача вибору того чи іншого спостерігача стану для бездатчикової векторної системи керування залежить від специфіки автоматизованої електромеханічної системи та технологічного процесу, в якому вона задіяна.

Ключові слова: бездатчикове векторне керування, спостерігач, асинхронний двигун, електромеханічна система.

Іноземцев О. М., Шеремет О. І. Аналіз технічних вимог до електроприводів конвеєрів для транспортування вантажів у металургійному виробництві // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Система конвеєрних ліній є невід'ємною частиною в забезпеченні безперебійної роботи сучасної доменної печі, де виключно неможливими є тривалі простої, які призводять до втрати виробництва і відповідно до величезних витрат при випуску готової продукції. Висока відповідальність їх роботи і призначення визначає ступінь особливої важливості представленого типу механізмів в загальному технологічному процесі. Навантаження на сучасних високопродуктивних стрічкових конвеєрах настільки великі, що створити необхідне тягове зусилля за допомогою одного приводного барабана при допустимому натягу стрічки не завжди виявляється можливим. Тому високопродуктивні конвеєри мають по два і більше приводних барабанів. У зв'язку з цим виникає завдання раціонального розподілу сумарного тягового зусилля, тягового фактора і загальної потужності на приводних барабанах, що взаємодіють через стрічку. В статті здійснюється аналіз технічних вимог до електроприводів багатодвигунних конвеєрів для транспортування вантажів у металургійному виробництві. Аналіз технічних вимог до електроприводів конвеєрів неможливо здійснювати без урахування їх складної механічної частини. Механічна частина є складною системою з розподіленою по довжині конвеєра масою та пружністю тягового елемента. При розрахунку динамічних властивостей електропривода конвеєра доцільно знаходити спрощену передатну функцію поздовжньо-пружного вантажонесучого елемента з вантажем, що є розподіленим по поверхні у різних її точках. Слід налаштувати регулятори векторної системи керування електроприводом конвеєра таким чином, щоб не виникало пружних коливань вздовж тягового елемента, оскільки при їх наявності процес пуску буде коливальним.

Ключові слова: багатодвигунний привод, конвеєр, розподілене навантаження, векторне керування.

Сагайда П. І., Мікаелян Е. В. Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій для прогнозування споживання електроенергії // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Розглянуто питання розробки програмного комплексу для проведення прогнозування споживання електроенергії. Проаналізовано існуючі методи прогнозування споживання електроенергії. Виділено основні критерії оцінки результатів прогнозування. Визначено, за якими параметрами потрібно оцінювати точність і якість методів прогнозування. Створено проект програмного комплексу з використанням об'єктно-орієнтованого підходу для реалізації двох методів прогнозування споживання електроенергії. Розроблено підходи та алгоритм побудови математичної моделі прогнозування споживання електроенергії. В ході формування проекту прогнозування споживання електроенергії буде виявлено найбільш точний результат, який в свою чергу наближений до фактичного показника споживання електрики

за певний період часу. Для формування моделі прогнозування враховувалися сезонні фактори, які впливають на результат прогнозування. В якості додаткового дослідження проводиться коригування прогнозу в залежності від погодних умов, які в свою чергу можуть істотно вплинути на прогноз споживання електроенергії в цілому. Порівнюються методи прогнозування електроспоживання на основі попереднього аналізу ризиків їх використання. У статті дається оцінка прогнозних рівнів електроспоживання, демонструються проблеми і основні підходи до прогнозування обсягів електроспоживання. Аналіз правильності розрахунків передбачає порівняння статистичних даних, отриманих на етапі проведення прогнозування споживання електроенергії.

Ключові слова: технологічний процес, методи прогнозування, електроенергія, показники, результати, оцінювання, програмно-методичний комплекс, модель.

Шташевський Є. О., Шеремет О. І., Івченков М. В. Методика синтезу алгоритму фазі-керування автоматизованими електроприводами // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Деякі технічні задачі, що важко вирішуються класичними методами управління, можна легко розв'язати, застосувавши нетрадиційне керування, засноване на фазі-логіці. Застосування фазі-керування виявляється доцільним там, де воно вирішує поставлені завдання краще або дешевше, ніж традиційні способи керування. При цьому фазі-керування може бути як повністю самостійним, так і додатковим. Для роботи з даними в фазі-логіці використовується математичний апарат теорії нечітких множин. Фазі-логіка обробляє невизначені дані і ситуації, використовуючи асоціативні поняття людини – лінгвістичні терміни. Для фазі-регулятора алгоритм заздалегідь невідомий і його складання при декількох входах є непростотою, нетривіальною задачею, що вирішується ітераційним способом із застосуванням обчислювальної техніки. Зі збільшенням кількості фазі-множин для вхідних і вихідних змінних якість керування поліпшується. Запропонована в статті методика синтезу фазі-регуляторів для контуру положення нелінійних слідкуючих електроприводів. Ця методика дозволяє скласти алгоритми фазі-регуляторів для корекції слідкуючих електроприводів в режимах великих збурюючих впливів і компенсації статичної помилки. Стосовно слідкуючих електроприводів, в яких для контуру положення використовується керуючий комп'ютер або мікроконтролер, доцільно застосувати програмну реалізацію фазі-керування. При використанні мікроконтролера для створення фазі-регулятора програма для нього може бути написана на асемблері або на мові високого рівня C++. Стеження за допомогою запропонованої реалізації фазі-регулятора може здійснюватися як в програмному режимі, коли траєкторія руху об'єкта спостереження відома, так і в режимі автосопроводження, тобто за сигналом неузгодженості між робочим органом і об'єктом стеження.

Ключові слова: фазі-логіка, синтез, нечіткі правила, дефазифікація, регулятор, алгоритм.

Токарєв О. В., Борягин Д. О., Шеремет О. І. Аналіз причин пошкодження асинхронних двигунів та засобів діагностування їх режимів роботи // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Несиметрія напруги проявляється в різкому погіршенні техніко-економічних характеристик електродвигунів (збільшення втрат електричної енергії, підвищення нагріву їх складових частин), зниженні експлуатаційної надійності і скорочення терміну служби електродвигунів. Для підвищення експлуатаційної надійності асинхронних двигунів, які експлуатуються у промисловому виробництві при несиметрії фазних напруг мережі, необхідно удосконалювати засоби діагностування. Це дозволить експлуатаційному персоналу мати точні дані про режим роботи електроустаткування, стан робочих частин, безпомилково визначати час його відключення від джерела живлення, зменшити знос ізоляції, число відмов і аварійних виходів з ладу асинхронних двигунів. Найбільш поширеними є пристрої діагностування,

що реагують на зміну величини струму в колі живлення асинхронного двигуна. До них відноситься струмовий захист, який здійснюється за допомогою струмових реле, дія яких заснована на електромагнітному і індукційному принципі і теплових реле, які реагують на величину тепла, що виділяється в результаті протікання струму по спеціальним елементам. Основним недоліком при використанні реле струму як пристрої захисту є відключення двигуна при його запуску. Щоб захисний пристрій не відключав асинхронний двигун при нормальному пуску, а також короточасних піках навантаження, воно має діяти не миттєво, а з витримкою часу. Тому одночасно з реле струму використовують, як правило, реле часу. Для більшості асинхронних двигунів, що працюють у промисловому виробництві, доцільно використовувати комбіновані пристрої для централізованого захисту групи двигунів, особливо тих, що працюють в поточних технологічних лініях. Аналіз захисних пристроїв і технічних засобів діагностування, виконаний у статті, показує їх недосконалість і обмеженість застосування у складних умовах виробництва. Підвищення надійності асинхронних двигунів в складних умовах виробництва вимагає розробки нових багатофункціональних технічних засобів діагностування.

Ключові слова: несиметрія напруги, асинхронний двигун, діагностування, комбінований пристрій діагностування, струмовий захист.

Трощій О. О., Лауніконіс В. В., Івченков М. В. Порівняльний аналіз сучасних систем синхронізації координат багатодвигунних електроприводів подач // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Багатодвигунна конфігурація електроприводів сьогодні застосовується в текстильній промисловості, конвеєрах, поліграфічному і верстатному обладнанні. Застосування декількох двигунів на напрямних одній осі дає вигоду за габаритними показниками, але з'являється проблема синхронізації швидкостей і положень. Виконано огляд існуючих методів синхронізації механічних координат двигунів в багатодвигунових електроприводах і систем на їх основі. Найбільшого поширення в сучасній промисловості мають такі, як система «ведучий-ведений», метод перехресних зв'язків і система з «електронним» лінійним валом. Розглянуто основні особливості структурних схем і принципи регулювання обраних систем синхронізації багатодвигунових електроприводів. Для обраних систем було проведено моделювання в пакеті прикладних програм MATLAB Simulink і отримані графіки перехідних процесів механічних координат багатодвигунного електроприводу при стандартних впливах. В результаті аналізу перехідних процесів зроблені висновки про якість регулювання кожної системи. На основі отриманих результатів виявлено, що система синхронізації «ведучий-ведений», хоч і є найпростішою у виконанні, володіє жорсткістю, недостатньою для застосування в високоточних електроприводах подач. Система, побудована за методом перехресних зв'язків, є простішою в реалізації, але має обмежену продуктивність і не підходить в тих випадках, де відносний кут є основною координатою. В системі вводиться блок перехресних зв'язків, величина коефіцієнта якого значно впливає на коливання в контурах моменту і швидкості. За рахунок найбільшого впливу моменту інерції ведучого приводу в вихідній системі з «електронним» лінійним валом і впливу його моменту, запропонований метод найпростіше практично реалізований.

Ключові слова: моделювання, система автоматичного регулювання, електропривод подач, багатодвигунний електропривод, синхронізація положення, система «ведучий-ведений», метод перехресних зв'язків, «електронний» лінійний вал, перехідні процеси, металорізальні верстати, порівняльний аналіз.

Шаповалов В. А., Комесаренко В. О. Аналіз схемних рішень керування електродвигуна частотним перетворювачем // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Розглянуті варіанти підключення високовольтних двигунів до мережі живлення за допомогою: прямого підключення до мережі через високовольтну комірку з вакуумним вимикачем; підключення до мережі через пристрій плавного пуску і з'єднання за допомогою перетворювача частоти. Серед даних схемних рішень виділені недоліки щодо умов перевантажувальної здатності пускового току щодо номінальних значень електродвигуна; вмикання двигуна на граничних обертах більш одного разу на годину; обмеженого терміну служби вакуумних камер; відсутність можливості регулювання обертів двигуна. Виділений спосіб підключення за допомогою частотного перетворювача, щодо якого розглянуті схемні рішення підключень частотних перетворювачів до високовольтного електродвигуна: за допомогою низьковольтного перетворювача частоти з використанням понижуючого та підвищувального трансформаторів; перетворювача частоти середньої напруги. Розглянуті схемні рішення дозволяють отримати плавну синусоїдальну вихідну напругу і, як наслідок, підвищення стійкості системи управління двигуном; час перехідних процесів можна порівняти з характеристикою розгону двигуна, при виході на задану швидкість. Однак при даному типі підключення виділені недоліки щодо високих струмів на ділянці "підвищуючий трансформатор-електродвигун", що призводить до великих наведень в системі, які призводять до виходу з ладу перетворювача частоти. Використовуючи схемне рішення частотного перетворювача набірною типу, стає доступним: отримання вихідної напруги заданої величини за допомогою включення потрібної кількості елементних комірок; заміна поламаної комірки за допомогою шунтування без зупинки роботи частотного перетворювача; застосування законів регулювання електродвигуна в широкому частотному діапазоні. Зроблено висновки щодо виконаного аналізу і наданої інформації щодо питань, розглянутих в даній роботі.

Ключові слова: електродвигун, частотний перетворювач, вихідна напруга, трансформатор, перехідний процес, елементна комірка, схема управління, вихідний фільтр.

Шеремет О. І., Запорожець В. С. Застосування рекурентних нейронних мереж для виконання машинного рерайту // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Машинне навчання являє собою актуальну сферу наукового знання, яка інтенсивно розвивається та має дуже значні перспективи. В більш вузькому розумінні під машинним навчанням розуміють клас методів штучного інтелекту, характерною рисою яких є не пряме рішення поставленої задачі, а застосування для цього спеціально навченої математичної моделі. Така модель навчається за рахунок розв'язання великої кількості подібних задач у потрібній області. Одним з найперспективніших сучасних технологій машинного навчання є застосування глибинних нейронних мереж, в основі яких лежить застосування глибокого навчання. Глибоке навчання – це набір алгоритмів машинного навчання, які дозволяють створювати моделі з високим рівнем абстракції у вихідних даних, використовуючи архітектури нейронних мереж, що містять нелінійні перетворення сигналу. В статті виконується демонстрація можливостей, які надає застосування рекурентних нейронних мереж для розв'язання однієї з найскладніших задач, що постає перед розробниками веб-контенту – рерайту текстової інформації. Сенс застосування машинного навчання для обробки природних мов полягає в тому, що глибинні нейронні мережі виконують роботу, на здійснення котрої впродовж прийнятеного проміжку часу потрібно було б застосовувати десятки чи навіть сотні команд професійних лінгвістів. Традиційні нейронні мережі не мають можливості приймати поточні рішення на основі своїх попередніх суджень. Велика кількість задач, що вирішуються при машинній обробці природних мов, потребує поетапного аналізу даних з врахуванням попередніх результатів. Нейронна мережа повинна «читати» речення слово за словом, «осмислюючи» його значення виходячи з контексту. Рекурентні нейронні мережі містять зворотні

зв'язки і дозволяють короткочасно зберігати інформацію, завдяки чому вони як найкраще підходять для обробки послідовностей слів та символів, якими є речення природної мови. Технічну реалізацію рерайту речень запропоновано здійснити за допомогою бібліотеки seq2seq, котра входить до складу TensorFlow – програмного забезпечення, розробленого компанією Google для вирішення задач побудови і тренування нейронних мереж.

Ключові слова: рекурентна нейронна мережа, рерайт, зворотний зв'язок, короткочасна пам'ять.

Власов А. Ф., Грицай Т. С. Дослідження впливу підвищеної щільності струму на процес зварювання в середовищі захисних газів //

В останні роки у зв'язку з розширенням використання сумішей на основі аргону інтерес до зварювання на підвищених струмах помітно зростає. Одним із шляхів вирішення завдання підвищення якості зварюваного металу при автоматичному зварюванні в середовищі захисних газів є підвищення щільності струму. Під впливом електромагнітних і інших сил розігрітий і розплавлений торець електрода починає обертатися. Сила зварювального струму, виліт і діаметр електрода обговорюють умови переходу від струменевого перенесення до струменево-обертального. Процеси зварювання на підвищеній щільності струму в режимі дрібнокапельного або струменево-обертального перенесення вимагають зварювальні матеріали високої якості і надійних систем подачі електродного дроту зі швидкостями 10–50 м/хв. Встановлено, що щільність струму і напруга дуги значно впливає на характер перенесення металу. Експериментально встановлено, що при зварюванні електродним дротом діаметром 1.2, 1.6 і 2.0 мм в підвищеній щільності струму збільшується продуктивність розплавлення G_n (14,6 кг/год) і коефіцієнт наплавлення α_n . (28 г/А·год), що в 1,5 ... 4 рази більше, ніж при зварюванні зі звичайною щільністю зварювального струму (90 ... 230 А/мм²). При збільшенні сили зварювального струму з 350 до 700 А глибина проплавлення збільшується з 5 до 11 мм, а ширина шва збільшується з 12 до 21 мм, висота посилення з 1,5 до 4,5 мм. При зварюванні в сумішах з великим вмістом аргону характерно різке зниження розбрикування, поліпшення формування і зовнішнього вигляду шва. Експерименти показали, що при струмах, великих ніж 200 А, процес сварки зі збільшенням струму стає більш стабільним, крупнокапельне перенесення металу переходить в дрібнокапельне, розбрикування зменшується. З огляду на чутливість процесу зварювання на підвищених струмах до зміни напруги дуги і довжини вильоту електрода, основну перевагу слід віддавати автоматичному і роботизованому зварюванню.

Ключові слова: механізоване зварювання, струменево-обертальне перенесення, крупнокапельне перенесення, щільність струму, захисні гази, розбрикування.

Ковалевський С. В., Савченко С. С., Костюков І. А. Розробка та дослідження методу зменшення залишкових напружень в зварних конструкціях // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

В публікації надані результати створення та дослідження нового методу полічастотної вібраційної обробки зварних конструкцій. Показано на прикладі зварної конструкції базових деталей вузлів, що вони піддаються неминучому коробленню в наслідку виникнення залишкових напружень, які можуть мати різноманітний характер розподілу як в окремих частинах зварної конструкції, так і безпосередньо в зварному шві. Представлено методіку експериментальних досліджень, що передбачає фіксацію амплітудно-частотних характеристик акустичного спектру вільних коливань окремих ділянок зварної конструкції. Показано етапи проведення замірів та подальшої обробки отриманих результатів, що свідчить про ефективність полічастотного впливу на елементи конструкції для зменшення пікових значень залишкових

напружень. Результати експериментальних досліджень підтверджують необхідність вібраційної обробки зварної конструкції шляхом впливу на кожний елемент вібрацією на резонансних частотах відповідно до кожного елемента. Обґрунтована економічна ефективність застосування принципів до проектування комплексу, з використанням новітнього механоскладального обладнання, розглянуті заходи по техніці безпеки на механоскладальній дільниці.

Ключові слова: залишкові напруження, короблення, зварна конструкція, акустичний контроль.

Ковалевський С. В., Коваленко Д. В. Дослідження зв'язку спектру з діагностуванням нанопокриттів деталей машин // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

В роботі проаналізовано літературу, щодо методів вимірювання товщини покриттів. Виявлено проблему виміру покриттів малої товщини, нанопокриттів. Для вирішення проблеми запропоновано новий спосіб вимірювання покриттів малої товщини за допомогою створеного вимірювального пристрою, який фіксує значення амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) п'єзоелектричним елементом. Проаналізовано зв'язок спектру акустичного сигналу з покриттям малої товщини, нанопокриття. Висунута гіпотеза щодо прогнозування товщини покриття на основі значень АЧХ отриманих спектрів акустичних сигналів. Приведено принципову схему вимірювання покриття малої товщини завдяки запропонованому вимірювальному пристрою: на вимірювальній пристрій сигнал-генератор подає збуджуюче випромінювання у вигляді «Білого шуму», в п'єзоелектричному датчику відбувається складання збуджуючого випромінювання, АЧХ якого має постійну амплітуду на всьому діапазоні випромінювання 20–20 000 Гц, і випромінювання, що відноситься до об'єкту вимірювання, тобто зразка з покриттям. Приведена послідовність проведення експерименту. В ході експериментальних досліджень виявлено зв'язок спектра акустичного сигналу з вхідними та вихідними даними. Створена модель в нейронній сеті на основі вхідних даних амплітудно-частотних характеристик та вихідних даних товщини покриття. На основі цієї моделі спрогнозовані значення товщини покриття. При торировці вимірювального пристрою розраховано відхилення від дійсних значень товщини покриття та побудовано графіки.

Ключові слова: нанопокриття, покриття малої товщини, амплітудно-частотна характеристика, п'єзоелектричний випромінювач, п'єзоелектричний датчик.

Ковалевський С. В., Королевський Д. М. Виробництво металургійної оснастки для виготовлення ливарних форм із застосуванням тривимірного прототипування // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

У даній роботі представлені результати заміни існуючого технологічного процесу виготовлення модельної оснастки вручну з деревини із застосуванням допоміжного обладнання на спосіб тривимірного прототипування. Розглянуто особливості існуючої технології виготовлення моделей і елементів модельного комплексу, перераховано необхідне обладнання, матеріал і види робіт. Розкрито недоліки традиційної технології. Показано, що, використовуючи технологію тривимірного прототипування, можливий друк оболонкових моделей, з мінімальним заповненням масиву моделі, при цьому зберігаючи якість і стійкість до руйнування при формуванні. Це призводить до економії часу друку та матеріалу, з якого виробляється модель. Продемонстровано поетапно виготовлення модельної оснастки за технологією (FDM), побудови моделі шляхом пошарового наплавлення, яке повторює контури цифрової моделі. Виконано розрахунок часу та кількості матеріалу для виготовлення модельного комплексу за допомогою програмного забезпечення Ultimaker Cura. Так само за допомогою цього програмного забезпечення проведений переклад STL моделі в керуючий G-код і підготовлений до друку. Виконано порівняння двох матеріалів для виготовлення моделей ABS і PLA, продемонстровано перевагу і можливість застосування пластика ABS в ливарному виробництві для виготовлення форм по моделям. Проведено аналіз і зроблені висновки на основі

двох порівняльних технологічних розрахунків виробництва модельних комплектів ручним способом і використовуючи тривимірне прототипування. Як об'єкт прийнятий існуючий технологічний процес виготовлення модельного комплекту «Кришка». Аналіз показав зниження собівартості за рахунок зменшення трудомісткості, кількості матеріалу, витрат на електроенергію і технологічного часу для розрахунку витрат.

Ключові слова: тривимірне прототипування, модельний комплект, оболонкова модель, Ultimaker Cura, 3D печать, технологія FDM.

Холодняк Ю. С., Подлесний С. В., Капорович С. В. Розвиток методології силових розрахунків плоских рам в умовах вимушених коливань // Науковий Вісник ДДМА. – 2018. – № 1(25E).

Виконано аналіз існуючих методик силового розрахунку балок і плоских рам, які перебувають під дією вимушених коливань. Показано, що розрахунки балок не є проблематичними. Для них розроблені як спрощені методики, які використовують математичні моделі невагомих балок з прикріпленими до них точковими масами, так і більш складні, що враховують маси балок. Існуючі методики силового розрахунку плоских рам мають у своїй основі складні двомірні математичні моделі. Їхня реалізація потребує поглибленої математичної підготовки і складних обчислювальних засобів. Тому їх важко застосувати у звичайній інженерній практиці. Спрощених методик силового розрахунку рам, що коливаються, не існує. Метою даної роботи є розробка спрощеної двомірної математичної моделі вимушених коливань плоских рам з наступним використанням цієї моделі в їхніх силових розрахунках. Математична модель, що запропонована в роботі, описує коливання невагомої рами з точковою масою при одночасній дії на них вертикальної й горизонтальної гармонійних збурюючих сил. У основу моделі покладений метод сил, що встановлює зв'язок перемішень рами з силами, які на неї діють. Разом з моделлю отримані залежності для обчислення резонансних частот коливальної системи. Виконані розробки дозволяють визначати динамічні характеристики коливального процесу і розраховувати рами на міцність і жорсткість. Методика такого розрахунку реалізована у середовищі Mathcad 15 і успішно пройшла апробацію на ряді навчальних задач. Результати роботи можуть бути корисними студентам і викладачам технічних ВНЗ, також фахівцям-практикам, що виконують силові розрахунки.

Ключові слова: плоскі рами, вимушені коливання, математична модель, резонансні частоти, силові розрахунки.