

ПРОГРАМНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС РОЗРАХУНКУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ НАПЛАВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДАМИ СКЛАДНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Кассов В.Д., Малигіна С.В., Бережна О.В.,
Грибков Е.П., Малигін С.О.
Донбаська державна машинобудівна академія

Анотація. Представлено алгоритм роботи та структуру розробленого програмного комплексу для розрахунку параметрів процесу наплавлення та складу електродів складної конструкції, що забезпечує зниження трудомісткості та підвищення ефективності відновлення та зміцнення деталей.

Ключові слова: програмно-методичний комплекс, контекстна діаграма, логічна функція, розрахунок параметрів.

Вступ

Створення металу наплавлення заданого складу є обов'язковою умовою оптимального технологічного процесу дугового наплавлення електродами складної конструкції [1–3] (стрічками, дротами), забезпечити виконання якої можливо за рахунок коректного врахування процесів виготовлення присадкових матеріалів, поверхневої попередньої обробки виробів, розрахунку та оптимізації технологічних параметрів власне процесу наплавлення.

Аналіз публікацій

Для розрахунку технологічних параметрів процесу наплавлення (зварювального струму та напруження дуги, коефіцієнта наплавлення, швидкості та кроку наплавлення, коефіцієнта посилення шва, часток участі металу попереднього валика в наступному, основного металу в металі валика та металу, який залишився після механічної обробки) та складу порошкового електрода складної конструкції [4–7] (дроту, стрічки) залежно від товщини наплавленого шару циліндричних та плоских поверхонь після механічної обробки [8–9], максимальної кількості наплавлених шарів, діаметра або конструктивних параметрів відновлюваної поверхні деталі, діапазону допустимих швидкостей процесу наплавлення, необхідного хімічного складу металу шва розроблено програмно-методичний комплекс.

Мета і постановка завдання

Метою роботи є розробка програмно-методичного комплексу багатокритеріальної оптимізації технологічних параметрів проце-

су наплавлення електродами складної конструкції.

Розробка програмно-методичного комплексу розрахунку

У процесі проектування логічної структури програмно-методичного комплексу його розглянуто як систему в різних аспектах. За кожним з аспектів такої системи стоїть певна методика опису. Найчастіше вона є діаграмною методикою, що пов'язано з тим, що діаграма є легкою для сприйняття та не має тої надмірності, яка властива текстовому опису, хоча деякі пояснення до діаграм необхідні.

Для розробки логічної моделі було використано уніфіковану мову візуального моделювання для вирішення задач загального характеру, що використовується у визначенні, візуалізації, конструюванні та документуванні програмної системи – UML. UML дозволяє відображати також і статичну структуру, і динамічну поведінку системи. Система змодельована як група дискретних об'єктів, які взаємодіють один з одним таким чином, щоб задовільнити вимоги користувача. У статичній структурі задані типи об'єктів, які є значущими для системи та її реалізації, а також відношення між цими об'єктами. Динамічна поведінка визначає історію об'єктів та їхню взаємодію для досягнення кінцевої мети.

Під час розробки програмно-методичного комплексу (ПМК) було застосовано такі види діаграм:

– DFD (Data Flow Diagrams) – діаграми потоків даних; спільно зі словниками даних та специфікаціями процесів ілюструють функції, які система має виконувати.

– SADT (Structured Analysis and Design Technique) – діаграма, яка визначає правила перетворення матеріальних та інформаційних потоків та описує перетворення між входом та виходом. Предметами є фізичні об'єкти, сукупність даних.

– Use-case – описує функціонування системи з точки зору її користувача.

– Діаграма станів.

– Діаграма послідовностей системи.

Перелічені засоби надають повний опис системи незалежно від її новизни.

Проведено побудову логічної функціональної специфікації – детальний опис того, що повинна робити система, без розгляду шляхів реалізації (чітке уявлення про кінцеві результати). Головна мета цих засобів – продемонструвати, як кожний процес перетворює свої вхідні дані у вихідні, а також виявити відношення між цими процесами.

У процесі роботи програмно-методичного комплексу в ньому виконується постійний обмін даними між його модулями. Для того, щоб специфікувати процес передачі та якісний вміст даних, необхідно розробити діаграму потоків даних (DFD) для створеного програмного продукту.

Розробка інформаційної моделі програмно-методичного комплексу багатокритеріальної оптимізації технологічних параметрів

процесу наплавлення електродами складної конструкції, представлена у вигляді DFD-діаграми, містить такі основні етапи:

– розробка процесів системи;

– наплавлення потоків, що несуть у собі конкретну інформацію;

– обґрунтування вибору діаграми для представлення інформації; опис функцій, які виконують керуючі процеси, що впливають на роботу системи;

– опис керуючих потоків (інформації, яку кожен з потоків несе в собі).

Діаграма потоків даних є основною властивістю моделювання функціональних вимог системи, що проектується. Логічна DFD показує зовнішні щодо системи джерела та стоки, (адресати) даних, ідентифікує логічні функції (процеси) та групи елементів даних, які пов'язують одну функцію з іншими (потоки), ідентифікує сховища (накопичувачі) даних.

Важливу роль в моделі відіграє спеціальний вид DFD – контекстна діаграма. Вона моделює систему найбільш загальним чином. Контекстна діаграма ідентифікує зовнішні сутності, а також, як правило, єдиний процес, що відображає головну мету або природу системи. Зовнішні сутності, процеси та потоки даних описані у табл. 1–3 відповідно. Контекстна діаграма потоків даних представлена на рис. 1.

Таблиця 1 – Зовнішні сутності контекстної діаграми

Найменування сутності	Короткий опис
Користувач	Людина, яка працює з програмним комплексом.
ЕОМ	Електронно-обчислювальна машина, що працює з ПМК.

Таблиця 2 – Процеси контекстної діаграми

Найменування процесу	Короткий опис
О РОЗРАХУВАТИ ПАРАМЕТРИ НАПЛАВЛЕННЯ	Основний процес програмно-методичного комплексу, призначений для розрахунку параметрів наплавлення.

Таблиця 3 – Потоки, представлені на контекстній діаграмі

Найменування потоку	Опис
Параметри інструменту	Вихідні дані, що вводяться користувачем.
Графічні залежності	Графіки, що відображають передбачені ПМК залежності.
Результати розрахунку параметрів	Результати розрахунку параметрів наплавлення, режимів зварювання, характеристик порошкової стрічки.
Повідомлення	З'являються в разі неправильного введення даних. Містять необхідні рекомендації для подальших дій.
Запит на параметри оболонки	Введення параметрів оболонки з бази.
ПАРАМЕТРИ МАТЕРІАЛУ ОБОЛОНКИ	Потік, який передає з бази теплофізичні параметри матеріалу оболонки.
ФАЙЛ ЗВІТУ	Файл, який містить вихідні дані, графіки та результати розрахунку.



Рис. 1. Контексна діаграма потоків даних

Таблиця 4 – Процеси деталізуючої діаграми

Найменування процесу	Короткий опис
1.1 ВВЕСТИ ВИХІДНІ ДАНІ	Призначений для введення вихідних даних користувачем (загальна висота наплавлення після механічної обробки, діаметр деталі, яка наплавляється, максимальна кількість шарів, що наплавляються, допустимі межі зміння швидкості наплавлення).
1.2 РОЗРАХУВАТИ ПАРАМЕТРИ НАПЛАВЛЕННЯ	Процес призначений для розрахунку параметрів наплавлення (кількості шарів наплавлення, зварювального струму, напруги дуги, швидкості наплавлення, ширини порошкової стрічки, кроку наплавлення, відносного кроку наплавлення, частки участі основного металу в наплавленні, частки участі металу попереднього валика).
1.3 ПОБУДУВАТИ МОДЕЛЬ ЛЕГУВАННЯ МЕТАЛУ	За складом наплавленого металу визначається вміст легувальних елементів у порошковій стрічці, шихті та феросплавах.
1.5 ПОБУДУВАТИ ГРАФІКИ	За розрахованими даними виконується побудова графічних залежностей (зміна вмісту легувальних елементів у наплавленні, порошковій стрічці, шихті та феросплавах протягом розрахунку).
1.6 СФОРМУВАТИ ЗВІТ	Призначений для формування звітів на основі вихідних даних, розрахованих параметрів та графічних залежностей.

Кожна логічна функція (процес) може бути деталізована за допомогою DFD нижнього рівня. DFD першого рівня побудована як декомпозиція процесу контекстної діаграми. Деталізуюча діаграма чітко описує процеси та потоки даних системи, яка розробляється або існує.

Зовнішні сутності відсутні на деталізуючій діаграмі, потоки даних еквівалентні потокам даних, представлених на контекстній діаграмі. Деталізація процесу «Розрахувати параметри наплавлення» зображена на рис. 2. Основний процес поділено на низку підпроцесів зі своїми визначеними функціями. Процеси описані в табл. 4. Діаграма послідо-

вностей системи (system sequence diagram) – це схема, яка для визначеного сценарію прецеденту показує події, що генеруються зовнішніми виконувачами, їхній порядок, а також події, які генеруються всередині самої системи. До того ж усі системи розглядаються як «чорний ящик». Призначення цієї діаграми – відображення подій, які передаються виконувачами системи через її межі. Діаграма послідовностей створена для основного успішного сценарію прецеденту, а за необхідності й для найістотніших та більш складних альтернативних сценаріїв. Діаграма послідовностей системи для програмного комплексу наведена на рис. 4.



Рис. 2. Деталізуюча діаграма потоків даних



Рис. 3. Діаграма стану

Use case diagram (діаграма варіантів використання) описує функціонування системи з точки зору її користувачів. Призначення представлення варіантів використання – виявити всіх актантів системи та всі варіанти її використання, а також вказати, які актанти в яких варіантах застосування фігурують. Варіантом використання називається блок діяльності системи, який спостерігається зовні-

шньо (тобто послідовність повідомлень між системою та одним або кількома актантами). Варіант використання описує певну частину поведінки системи, не вдаючись до особливостей її зовнішньої структури. Варіант використання визначає всі види поведінки системи: основні послідовності, різні варіанти стандартної та нестандартної поведінки, виняткові ситуації, зокрема відповідні реакції

на них. У процесі проектування кожен варіант використання змодельовано незалежно від інших. Опис варіанта використання пере-

дано мовою UML діаграмами станів, діаграмами послідовності, діаграмами кооперації або у вигляді тексту.



Рис. 4. Діаграма послідовностей системи

Діаграма використання програмного комплексу наведена на рис. 5.

На діаграмі зображено користувача й такі варіанти застосування:

- розрахунок параметрів наплавлення;
- розрахунок товщини шарів після проточки;
- побудова моделі комплексного легування металу наплавлення;
- робота зі звітами;
- модифікація бази.

Варіант використання «розрахунок параметрів наплавлення» містить розрахунок параметрів наплавлення.

Варіант використання «побудова моделі комплексного легування металу наплавлення» передбачає побудову графіків.

SADT-діаграми визначають правила перетворень предметів та описують перетворення між Входом та Виходом (перетворення предметів, інформації, даних). Опишемо глибше функціонування окремих модулів системи за допомогою SADT-діаграм (рис. 6). На них покроково описано процес перетворення вхідних даних у вихідні. Для розробки логічної моделі також було застосовано уніфіковану

мову моделювання – UML. UML – це мова візуального моделювання для вирішення завдань загального характеру, який використовується для визначення, візуалізації, конструювання та документування програмної системи. UML дозволяє відображати і статичну структуру, і динамічну поведінку системи.

Система моделюється як група дискретних об'єктів, які взаємодіють один з одним таким чином, щоб задовільнити вимогам користувача. У статичній структурі задаються типи об'єктів, що є значущими для системи та її реалізації, а також відношення між цими об'єктами. Динамічна поведінка визначає історію об'єктів та їхню взаємодію для досягнення кінцевої мети. Найбільш повного та різнобічного розуміння системи можна досягти за умови моделювання з різних, проте взаємопов'язаних точок зору.

Структура програмно-методичного комплексу представлена на рис. 7.

Загальна структура програмно-методичного комплексу містить модуль інтерфейсу користувача та робочі модулі.

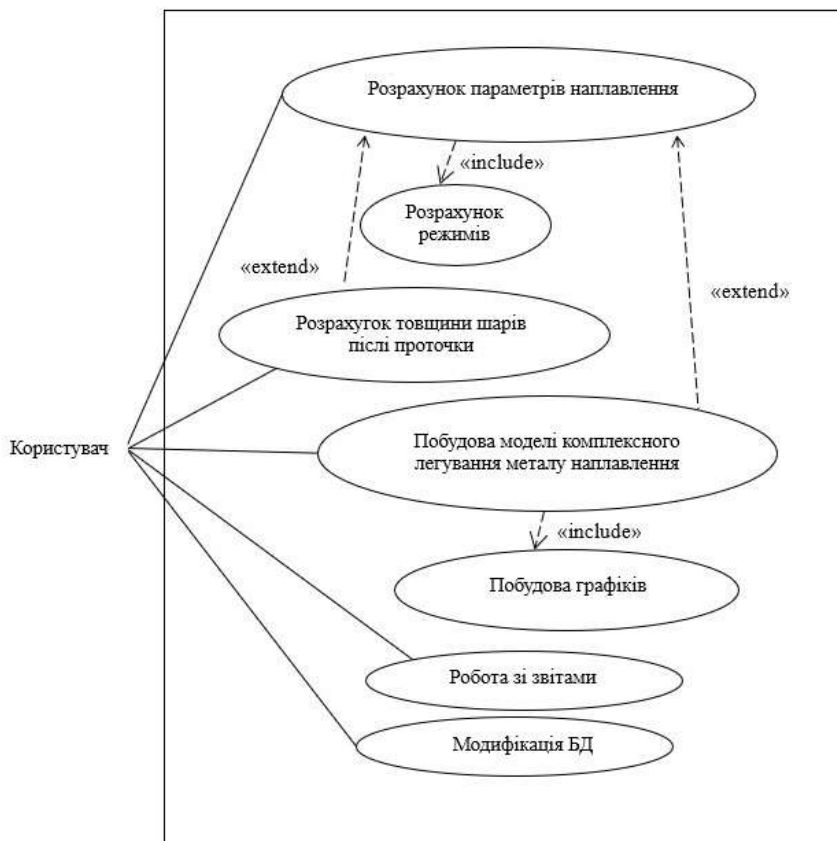


Рис. 5. Діаграма використання програмного комплексу

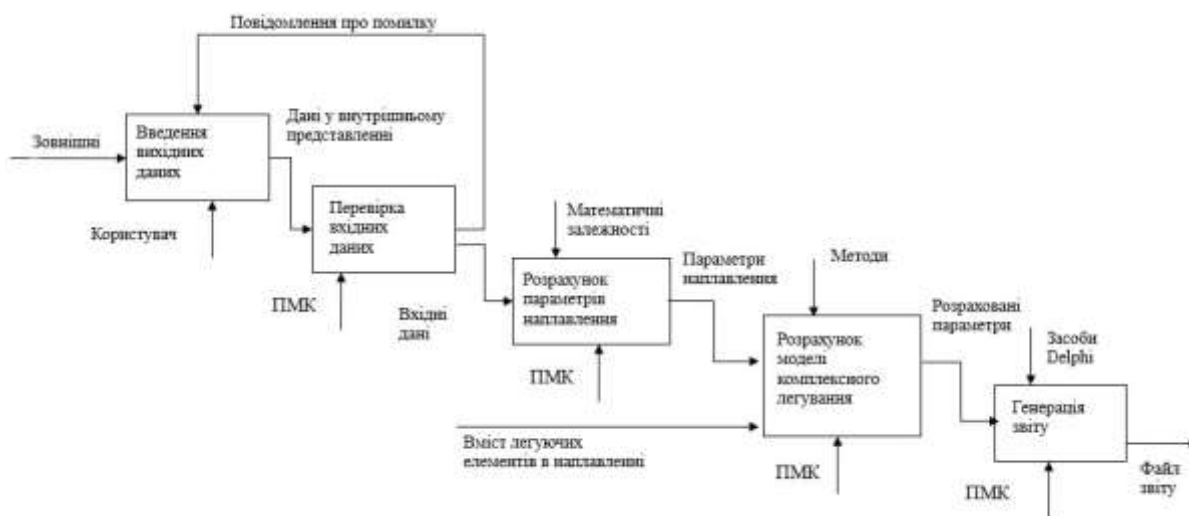


Рис. 6. SADT – діаграма програмно-методичного комплексу

Модуль інтерфейсу користувача містить меню додатку; з його допомогою відбувається виклик робочих модулів та здійснюється робота з базою даних.

Робочі модулі програмного комплексу за виконуваними функціями поділяються на дві частини: функціональну та системну.

Системні модулі виконують всі функції, пов'язані з операційною системою. Вони відповідають за роботу з файлами, виклик до-

відки, обробку виняткових ситуацій. До них належать:

- модуль відкриття звіту. Дозволяє відкрити створений раніше звіт для перегляду та друку;

- модуль збереження звіту. Дозволяє зберегти сформований звіт для подальшого використання;

- модуль друку звіту. Дозволяє роздрукувати звіт на принтері;

– модуль налаштування параметрів принтера. Дозволяє встановити необхідні параметри друку;

– модуль перегляду друку. Дозволяє передивитися звіт перед друком;

– модуль обробки виняткових ситуацій. Перевіряє коректність даних, що вводяться користувачем;

– модуль виклику довідки. Дозволяє одержати довідку з певного розділу;

– вихід. Здійснюється вихід з програми.

Функціональні модулі виконують основні функції, необхідні для вирішення поставленого завдання. До них належать такі модулі:

– модуль введення вихідних даних. Здійснює введення вихідних даних, а також вибір даних з бази;

– модуль розрахунку. Виконує процедури та функції, що дозволяють розрахувати всі необхідні параметри: параметри напівнаплення та розрахунково-експериментальну модель комплексного легування напівнапленого металу;

– модуль побудови графіків. Призначений для візуалізації розрахованих даних шляхом побудови графічних залежностей;

– модуль формування звітів. Дозволяє сформувати звіт у зручному для користувача вигляді з можливістю подальшого збереження та роздрукування.

Окремо виділяється база даних та модуль для роботи з базою даних. Цей модуль дозволяє додавати, видаляти та модифікувати записи в базі.

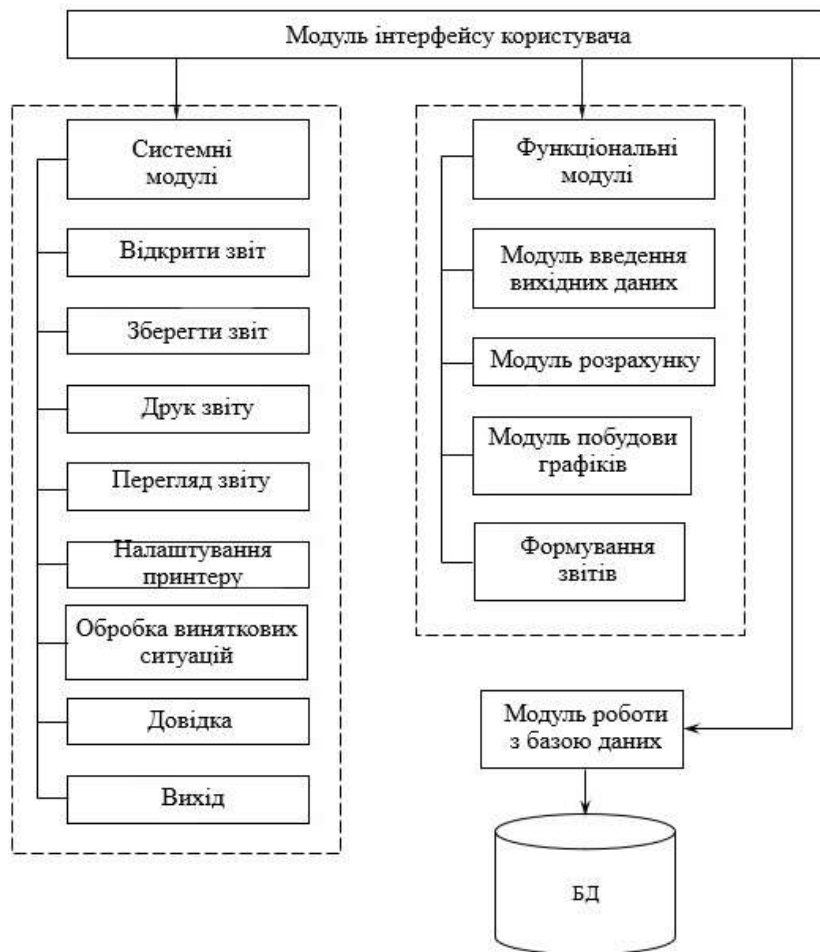


Рис. 7. Структура програмно-методичного комплексу

Оцінка за результатами тестування в промислових та лабораторних умовах показала високий ступінь достовірності одержаного програмно-методичного комплексу. Використання комплексу в освітньому процесі показало, що його доцільно застосовувати як у науковій роботі студентів та аспірантів, так і для

дистанційного навчання студентів у вирішенні реальних задач дугового напівнаплення виробів порошковими електродами складної конструкції, що передбачає паралельне розширення їхніх знань у галузі сучасних комп'ютерних технологій.

Висновки

Розроблено програмно-методичний комплекс для розрахунку технологічних параметрів процесу наплавлення та складу електрода складної конструкції залежно від товщини наплавленого шару циліндричних та плоских поверхонь після попередньої обробки, максимальної кількості наплавлених шарів, діаметру відновлюваної деталі, діапазону допустимих швидкостей наплавлення, необхідного хімічного складу металу шва. Його використання дозволяє вирішувати прикладні задачі розрахунку режимів наплавлення електродами складної конструкції з урахуванням розмірів деталей, необхідної геометрії та хімічного складу наплавленого металу, кількості нанесених шарів, мінімальних припусків на наступну механічну обробку, а також розробити технологічні рекомендації для зміцнення та відновлення деталей широкого спектра застосування, які працюють в умовах абразивного, газоабразивного, гідроабразивного та інших видів зношування.

Література

1. Дубовецкий С. В., Касаткин О. Г. Оптимизация режимов сварки с использованием регрессионных моделей формирования шва. *Математические методы в сварке*. 1986. С. 102–111.
2. Бадьянов Б. Н. Разработка математических моделей для управления сварочными процессами. *Математические методы в сварке*. 1986. С. 120–128.
3. Панков В. В., Чернышов Г. Г., Козлов Н. Е. Математическая модель оптимизации многослойной сварки под флюсом корпусного оборудования энергетических установок. *Сварочное производство*. 1987. 7. С. 34–37.
4. Кассов В. Д., Бережна О. В., Іщенко В. В., Малигіна С. В. Особливості виготовлення порошкового електроду з примусовою структуризацією сердечника. *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць*. 2019. 3(47). С. 33–38. [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_2\(46\)_2019/article/5.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_2(46)_2019/article/5.pdf)
5. Грибков Е. П., Кассов В. Д., Коваленко А. К. Визначення фізико-механічних властивостей металевих порошків для наплавлення. *Обработка материалов тиском: збірник наукових праць*. 2019. 2 (49). С. 41–49. [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/omd/omd_2\(49\)_2019/article/3.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/omd/omd_2(49)_2019/article/3.pdf)
6. Кассов В. Д., Кабацкий А. В., Бережная Е. В., Мальгина С. В. Технологические особенности изготовления и наплавки с использованием порошковой проволоки сложной конструкции. *Вісник Донбаської державної машинобудівної*

академії: збірник наукових праць. 2018. 2 (44). С. 47–52.

7. Кассов В. Д., Кабацкий О. В., Бережна О. В., Малигіна С. В. Вдосконалення технології виготовлення порошкового дроту складної конструкції. *Обработка металів тиском*. 2018. 2(47). С. 141–145.
8. Сумец А. В., Кассов В. Д. Закономерности структурообразования зоны термического влияния при термической резке металлов. *Вісник ХНАДУ*. 2017. 77. С. 166–70.
9. Berezhnaya O., Gribkov E., Borovik P., Kassov V. The finite element modulation of thermo-stressed state of coating formation at electric contact surfacing of “shaft” type parts. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2019. 18 p. <https://doi.org/10.1155/2019/760179>.

References

1. Dubovetskiy S. V., Kasatkin O. G. (1986) Optimizatsiya rezhimov svarki s ispolzovaniem regressionnykh modeley formirovaniya shva [Optimization of welding modes using regression models of weld formation] *Matematicheskie metody v svarke* [Mathematical methods in welding] 102-111. [In Russian].
2. Badyanov B. N. (1986) Razrabotka matematicheskikh modeley dlya upravleniya svarochnyimi protsessami [Development of mathematical models for control of welding processes] *Matematicheskie metody v svarke* [Mathematical methods in welding] 120-128. [In Russian].
3. Pankov V. V., Chernyishov G. G., Kozlov N. E. (1987) Matematicheskaya model optimizatsii mnogosloynnoy svarki pod flyusom korpusnogo oborudovaniya energeticheskikh ustanovok [Mathematical model of optimization of multilayer submerged-arc welding of hull equipment of power plants] *Svarochnoe proizvodstvo* [Welding production] 7. С. 34-37. [In Russian].
4. Kassov V. D., Berezhna O. V., Ischenko V. V., Maligina S. V. (2019) Osoblivosti vigotvleniya poroshkovogo elektrodu z primusovoyu strukturizatsii serdechnika [Special features of the preparation of powder electrodes with primus core structurization] *Visnik Donbaskoyi derzhavnoyi mashino-budivnoyi akademii: Zbimik naukovih prats*. [Bulletin of the Donbass State Machine-Building Academy: Collection of scientific works] 3(47). 33-38. [In Ukrainian] [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_2\(46\)_2019/article/5.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_2(46)_2019/article/5.pdf)
5. Gribkov E. P., Kassov V. D., Kovalenko A. K. (2019) Vznachennya fiziko-mehanichnih vlastivostey metalivih poroshkiv dlya naplavleniya [etermination of physical and mechanical properties of metal powders for surfacing] *Obrobka materialiv tiskom: zbirnik naukovih prats* [Processing of materials by pressure: a collection of scientific works] 2 (49). С. 41-49. [In Ukrainian] [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/omd/omd_2\(49\)_2019/article/3.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/omd/omd_2(49)_2019/article/3.pdf)

6. Kassov V. D., Kabatskiy A. V., Berezhnaya E. V., Malyigina S. V. (2018) Tehnologicheskie osobennosti izgotovleniya i naplavki s ispolzovaniem poroshkovoy provoloki slozhnoy konstruktsii [Technological features of manufacturing and surfacing using flux-cored wire of complex design] *Visnik Donbaskoyi derzhavnoyi mashinobudivnoyi akademiyi: zbirnik naukovih prats* [Bulletin of the Donbass State Engineering Academy: a collection of scientific papers] 2 (44). 47-52. [In Russian].
7. Kassov V. D., Kabatskiy O. V., Berezhna O. V., Malygina S. V. (2018) Vdoskonalennya tehnologiyi vivotovlennya poroshkovogo drotu skladnoyi konstruktsiyi [Improvement of powder wire manufacturing technology of complex construction] *Obrobka metaliv tiskom* [Processing of metals by pressure] 2 (47). С. 141-145. [In Ukrainian].
8. Sumets A. V., Kassov V.D. (2017) Zakonomernosti strukturoobrazovaniya zonyi termicheskogo vliyaniya pri termicheskoy rezke metallov. [Regularities of structure formation of the zone of thermal influence during thermal cutting of metals] *Vestnik HNADU* [Bulletin of KhNADU] 77. С. 166-70. [In Russian].
9. Berezhnaya O., Gribov E., Borovik P., Kassov V. (2019) The finite element modulation of thermo-stressed state of coating formation at electric contact surfacing of "shaft" type parts. *Advances in Materials Science and Engineering*. 18 p. <https://doi.org/10.1155/2019/760179>.

Кассов Валерий Дмитриевич, д.т.н., проф., декан машиностроительного факультета,

тел.: +38 098-816-07-53,

e-mail: kassovvd@gmail.com

Мальгина Светлана Валерьевна, к.т.н., доцент кафедры компьютерных и информационных технологий, тел.: +38 095-460-23-32,

e-mail: svmal5.sm@gmail.com

Бережная Елена Валерьевна, д.т.н., доцент кафедры подъемно-транспортных машин,

тел.: +38 098-815-88-65,

e-mail: elena.kassova07@gmail.com

Грибов Эдуард Петрович, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой автоматизации металлургических машин и оборудования,

тел.: +38 050-477-34-45,

e-mail: gribov.eduard@gmail.com

Мальгин Сергей Олегович, аспирант кафедры автоматизации металлургических машин и оборудования, тел.: +38 095-851-74-80,

e-mail: talismanpp24@gmail.com

Донбасская государственная машиностроительная академия, ул. Академическая, 72, г. Краматорск, 84300, Украина.

Software and methodological complex for calculation technological parameters of the process of surfacing of a complex design with electrodes

Abstract. Problem. Obtaining a coating metal of a given composition is a prerequisite for an optimal technological process of arc surfacing of a complex design with electrodes, which can be ensured through correct accounting of technological parameters and their optimization. **Purpose.** Development of a software package for multi-criteria optimization of technological parameters of the surfacing process with complex electrodes. **Methodology.** When designing the logical structure of a software package, it is considered as a system in various aspects, each of which has a certain description technique, which is most often a diagrammatic technique. To develop a logical model, a unified visual modeling language was used to solve problems of a general nature, the language being used in the definition, visualization, design and documentation of a software system - UML. **Results.** The result is the algorithm of work and the structure of the developed software package for calculating the parameters of the surfacing process and the composition of electrodes of a complex design, which provides a decrease in labor intensity and an increase in the efficiency of the process of restoration and hardening of parts. The development of a logical model, data flow diagrams, state diagrams illustrating events, system sequence diagrams and use diagrams are given. Also the SADT diagram of the program-methodical complex is presented for calculating the technological parameters of the surfacing process with complex electrodes, which prescribes the rules for converting incoming and outgoing information and data. **Originality and practical value.** The use of the developed program-methodical complex in real conditions allows solving applied problems of calculating the modes of surfacing with electrodes of complex design, taking into account the dimensions of the parts, the required geometry and chemical composition of the deposited metal, the number of deposited layers, the minimum allowances for the subsequent machining. It also helps develop technological recommendations for hardening and restoring the parts of a wide range of functions.

Key words: program-methodical complex, context diagram, logical function, calculation of technological parameters.

Kassov Valeriy Dmitrievich, ScD, professor, head of mechanical engineering faculty Donbass State Engineering Academy, tel.: +38 098-816-07-53, e-mail: kassovvd@gmail.com

Maluhina Svetlana Valerievna, PhD, docent Department of Computer and Information Technologies, tel.: +38 095-460-23-32, e-mail: svmal5.sm@gmail.com

Berezhnaya Elena Valerievna, ScD., docent Department of Hoisting-and-Transport Machines, tel.: +38 098-815-88-65, elena.kassova07@gmail.com

Gribov Eduard Petrovich, ScD, docent, Head of

Department of Automation of Metallurgical Machines and Equipment, tel.: +38 050-477-34-45, e-mail: gribkov.eduard@gmail.com
Maluhin Sergey Olegovich, graduate
Department of Automation of Metallurgical Machines and Equipment, tel.: +38 095-851-74-80, e-mail: talismanpp24@gmail.com
Donbass State Engineering Academy, Akademicheskaya Str., 72, Kramatorsk, 84300, Ukraine.

Программно-методический комплекс расчета технологических параметров процесса наплавки электродами сложной конструкции
Аннотация. Представлены алгоритм работы и структура разработанного программного комплекса для расчета параметров процесса наплавки и состава электродов сложной конструкции, обеспечивающего снижение трудоемкости и повышение эффективности восстановления и упрочнения деталей.

Ключевые слова: программно-методический комплекс, контекстная диаграмма, логическая функция, расчет параметров.

Кассов Валерій Дмитрович, д.т.н., проф., декан

машинобудівного факультету,
тел.: +38 098-816-07-53, e-mail:
kassovvd@gmail.com.

Малигіна Світлана Валеріївна, к.т.н., доцент
кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій, тел.: +38 095-460-23-32,
e-mail: svmal5.sm@gmail.com.

Бережна Олена Валеріївна, д.т.н., доцент
кафедри підйомно-транспортних машин,
тел.: +38 098-815-88-65,
e-mail: elena.kassova07@gmail.com.

Грибков Едуард Петрович, д.т.н., доцент, завідувач
кафедри автоматизації металургійних машин і обладнання, тел.: +38 050-477-34-45,
e-mail: gribkov.eduard@gmail.com.

Малигін Сергій Олександрович, аспірант кафедри
автоматизації металургійних машин і обладнання,
тел.: +38 095-851-74-80,
e-mail: talismanpp24@gmail.com.

Донбаська державна машинобудівна академія,
вул. Академічна, 72, м. Краматорськ, 84300,
Україна.