

пропорції додавали зв'язуючий елемент. Концентрація зв'язуючого складала 4, 6, 8, 10 % від маси порції висушеного шламу. Далі ретельно перемішували суміш шламу та зв'язуючого, а потім добавляли воду та ще раз ретельно перемішували до однорідної густої маси. Частка води в різних порціях складала 4, 6, 8 % від маси суміші. Отриману суміш завантажували в прес-форму і пресували під тиском 50, 100, 150, 200 МПа.

Всі отримані брикети висушували в електричній муфельній печі ШОЛ-1,6.2,51/9-ИЗ. Висушені зразки зважували на електронних вагах Ю-200 з ціною поділки 0,01г, виконували заміри геометричних параметрів брикету та розраховували щільність брикету.

Результати експериментів оброблені методами математичної статистики за допомогою програми Microsoft Office Professional Plus 2016, що дало можливість отримати математичні залежності щільності брикету від тиску пресування, концентрації зв'язуючої речовини та концентрації рідини (води).

Проаналізувавши результати досліджень, можна зробити висновок, що найбільш значимим фактором на щільність брикету являється тиск пресування. Менш значимими – концентрація рідини та концентрація зв'язуючої речовини. Навіть при збільшенні концентрації води щільність брикету знижується, тому що суміш розріджується і при пресуванні маса «пливе». А при недостатці води зв'язуючий компонент не розчиняється повністю, що приводить до погіршення якості отриманих брикетів. Тому, самим оптимальним варіантом концентрації води є 6 – 8%.

Висновок. Для оптимальної щільності брикету велика концентрація води та зв'язуючого не потрібна, але для того, щоб брикет не розсипався після висихання, необхідно додавати зв'язуючий елемент в кількості 3 - 5% від маси сухого шламу. Вода необхідна тільки для розчинення зв'язуючого, тому її маса не повинна перевищувати 6 - 8%. Брикети мають хорошу щільність і можуть переплавлятися в плавильних печах. Отримані режими пресування можна рекомендувати при пресуванні брикетів на промисловому валковому пресі.

Список посилань

1. Кокорин В.Н. Процессы переработки металлосодержащих отходов производств черной металлургии и прокатки стального листа с использованием процессов ОМД: Учебное пособие / В.Н. Кокорин, Е.М. Бульжев, Е.П. Терешенок. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 64 с.
2. Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки / Под ред. П.Г. Петрухи. – М.: Машиностроение, 1974. – 616 с.
3. Кокорин В.Н. Промышленный рециклинг техногенных отходов: Учебное пособие / В.Н. Кокорин, А.А. Григорьев, М.В. Кокорин, О.В. Чемаева. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 42с.

УДК 621.767(075.8)

Кореньков В.М., канд. техн. наук, доцент

Ткач І.І., аспірант

Крачков В. магістрант

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», vskrachkov@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ANT COLONY OPTIMIZATION ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ

У сучасному машинобудуванні часто виникає проблема планування маршруту обробки нової партії деталей або однієї деталі на наявному обладнанні підприємства.

Виробнича ділянка складається з певної кількості верстатів. Кожен верстат має набір характеристик, які мають бути враховані при плануванні графіку завантаженості верстатів. До таких характеристик (параметрів) можна віднести:

- поточна завантаженість верстату;
- потужність верстату;

- тип верстату;
- місце розташування верстату на виробничій ділянці, відстань до суміжних верстатів.

Частина цих параметрів рідко змінюються у часі та можуть бути прийнятими за константні, але більшість параметрів змінює своє значення у часі. Наприклад, значення завантаженості верстата, яке можна визначити як відношення кількості оброблених деталей до загальної кількості деталей у партії, – є параметром змінним у часі.

Для кожної партії деталей існує набір технологічних операцій, які повинні бути виконані у заданому послідовному порядку. При чому для кожної технологічної операції існує детермінована множина обладнання на якому ця операція може бути виконана. Також для кожної операції нормовано час її виконання. Для деяких операцій може бути заданий міжопераційний час (максимально можливий проміжок часу до початку наступної операції) або навпаки, мінімально допустимий час до початку наступної операції (наприклад після операції термообробки). Необхідно задати план обробки таким чином, щоб досягти найменшого часу обробки партії деталей на виробничій ділянці в цілому.

Отже, задачу пошуку найбільш ефективного маршруту обробки деталей можна розділити на задачу моніторингу поточного стану верстатів та на задачу пошуку найкоротшого шляху, базуючись на даних, отриманих з системи моніторингу.

Наведену вище задачу можна визначити як загальну задачу календарного планування.

Задача календарного планування - це задача оптимального розподілу обмежених ресурсів у часі: маємо кінцеву множину $N = \{1, 2, \dots, n\}$ вимог та кінцеву множину $M = \{1, 2, \dots, m\}$ обладнання. При цьому кожній партії або деталі i та кожній операції q ($1 \leq q \leq r_i$) по обробці ставиться у відповідність деяка підмножина обладнання (верстатів) і Mq із множини M [1, 2].

Для вирішення цієї задачі представимо множину рішень у вигляді повного графу:

$$G = (V, E),$$

де вершинами V будуть верстати (обладнання), а ребра E будуть визначати можливі переміщення деталі між верстатами.

Граф буде визначати множину усіх можливих та технічно допустимих рішень по плану обробки деталі або партії деталей. Кожен параметр верстату на основі якого виконується пошук маршруту обробки буде представлений окремим графом:

$$g_i = (v, e)$$

Таким чином загальна множина рішень графу G буде складатися з множини графів g_i :

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$$

Оскільки кожен параметр, що впливає на вибір маршруту обробки має різні значення розмірностей, то для їх поєднання ми зводимо їх до поняття ймовірності переходу з вершини i у вершину j . Для пошуку найбільш ефективного шляху будемо використовувати мурашиний алгоритм.

Мурашиний алгоритм (алгоритм оптимізації мурашиної колонії, англ. *ant colony optimization*, АСО) — один з ефективних поліноміальних алгоритмів для знаходження наближених розв'язків задачі комівояжера, а також аналогічних завдань пошуку маршрутів на графах. У основі алгоритму лежить поведінка мурашиної колонії – маркування вдалих доріг великою кількістю феромону. Робота починається з розміщення агентів у вершинах графа, потім починається їх рух – напрям визначається імовірнісним методом, на основі формул [3]. Алгоритм застосовується M разів (почергово вважаючи кожен вершину графу початковою точкою) до кожного графу. В результаті отримуємо множину рішень по кожному з графів, яка буде дорівнювати кількості вершин у графах. Оскільки кожен граф відповідає за множину рішень базуючись лише на одному параметрі, для того щоб звести задачу до загальної множини рішень необхідно співставити отримані

графи шляхом простого перемноження отриманих ймовірностей у відповідних вершинах. Після проведених операцій залишиться множина рішень у вигляді найбільш ефективних маршрутів обробки деталі або партії деталей. Залишається лише обрати найкоротший з отриманих маршрутів.

Отже, задача календарного планування постає дуже важливим питанням для сучасних підприємств орієнтованих на багатонаменклатурне виробництво з нерівномірним плановим випуском. Запропонований метод пошуку найбільш ефективного розподілу деталі або партії деталей на існуючому обладнанні враховує особливості такого виробництва та може бути успішно використаний для вирішення задачі календарного планування.

Список посилань

1. Танаев В.С. Теория расписаний. Многостадийные системы. / В. С. Танаев, Ю. И. Сотсков, В. А. Струсевич. – М.: Наука, 1989. – 328 с.
2. Секаев В.Г. Использование метода колонии муравьев для решения задач календарного планирования / В.Г. Секаев, П.В. Матренин // Сборник научных трудов НГТУ. – 2011. – №4(66) – с.109–118.
3. Ant colony optimization / Marco Dorigo, Thomas Stutzle, 2004, Massachusetts Institute of Technology. – 321p

УДК 620.22

Буря О.І., канд. техн. наук, професор
Калініченко С.В., асистент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, ol.burya@gmail.com

Начовний І. І., канд. техн. наук, доцент

Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпро, dekan_meh@ukr.net

ОГАНОПЛАСТИКИ НА ОСНОВІ ФТОРПОЛІМЕРУ

Довговічність машин та механізмів в значній мірі залежить від зношуваності їх вузлів та деталей виходячи з цього мета даної роботи полягає в розробці зносостійких полімерних композитів на основі кристалічного полімеру - політрифторхлоретилену (ПТФХЕ). Ступінь і вид кристалічності ПТФХЕ можуть контролюватися його термічною історією, особливо швидкістю охолодження під час виготовлення виробів. Загалом, діапазон кристалічності може змінюватись в межах від 40 до 80%, але ніколи ПТФХЕ не буде повністю кристалічний або аморфний. Формований ПТФХЕ з високою кристалічністю є щільним матеріалом, що має високу механічну міцність і низьке подовження. З іншого боку, при аморфній структурі, цей матеріал оптично прозорий, більш еластичний і має меншу густину[1].

Довгі ланцюги молекул ПТФХЕ з високою молекулярною масою розвиваються повільно в ядра кристала і можуть запобігти перегрупуванню в великі сфероліти.

ПТФХЕ має високу міцність на стиск і низьку деформацію під навантаженням, зокрема, його холодотекучість нижча, ніж у політетрафторетилену і він не деформується під навантаженням при кімнатній температурі, зберігаючи свої чудові властивості в широкому температурному діапазоні [2].

Але у цього матеріалу є і недоліки, основний з яких це мала зносостійкість при використанні його для виготовлення підшипників ковзання.

Для покращення трибологічних властивостей було прийняте рішення ввести в нього наповнювач в якості якого було використано дискретне волокно полісульфонамід марки Т 700 (Китай).

Для визначення оптимального складу полімерного композиційного матеріалу були виготовлені зразки з різним співвідношенням компонентів.