Блок управления 14 анализирует полученные значения от датчиков вертикальных нагрузок 16, установленных на подшипниках 17 приводных валов 4 переднего левого 10 и заднего левого 11 колес, а также значения угловой скорости и крутящего момента с соответствующих датчиков 9 и 8 заднего левого колеса 11, установленных на вале привода 4, затем определяет (выбирает) необходимое значение угловой скорости и крутящего момента на переднем левом колесе 10 и вырабатывает сигнал управления на элементы согласования 12 и 13. Элемент согласования по угловой скорости 12 будет изменять угловую скорость механизма привода 7 до тех пор пока угловая скорость переднего левого колеса 10 не примет значение, которое определил (выбрал) блок управления 14. Элемент согласования по крутящему моменту 13 будет изменять крутящий момент механизма привода 7 до тех пор, пока крутящий момент переднего колеса 10 не примет значение, которое определил (выбрал) блок управления 14. Значения угловой скорости и крутящего момента переднего левого колеса 10 определяются соответствующими датчиками 8 и 9, установленными на вале привода 4, и передаются в блок управления 14. Таким образом осуществляется согласованная работа переднего левого 10 и заднего левого 11 колес балансира. Согласованная работа переднего правого 10 и заднего правого 11 колес балансира осуществляется аналогичным образом.

Таким образом, предлагаемая конструкция колесной балансирующей тележки с комбинированным приводом позволяет повысить тяговую эффективность движителя и устранить недостатки, связанные с наличием жесткой кинематической связью между колесами.

1. Авторское свидетельство № SU 519525, МПК E02F3/62 E02F9/02 B60K17/04, Ведущий мост самоходной строительной машины, например, автогрейдера / А.В. Жаворонков и др., Бюл. №24, 1976 г.
2. Севров К.П., Горячко Б.В., Покровский А.А. Автогрейдеры. Конструкции, теория, расчет. – М.: Машиностроение, 1970. – 192 с.
3. Ульянов Н.А. Колесные движители строительных и дорожных машин. Теория и расчет. – М.: Машиностроение, 1982. – 279 с.
4. Патент на изобретение № 2707676, Комбинированный привод ведущих колес балансирующего колесного движителя / А.В. Василенко и др., опубл. 28.11.2019 г. Бюл. №34.

Круглов В.В.

Композиции технологий

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-36

Аннотация

Рассмотрены факторы, влияющие на композиционные решения в технологических системах: технологические цели, прогнозирование, формообразование, материал изделий, структура процесса.

Ключевые слова: технологический процесс, композиция технологий.

Abstract

The factors influencing compositional solutions in technological systems are considered: technological goals, forecasting, shaping, product material, process structure.

Keywords: technological process, composition of technologies

Прогресс технологии происходит за счет замены одной технологии другой, при этом решаются задачи:

- 1) Какие технологии заменят технологию сегодняшнего дня?
- 2) Когда появиться новая технология?
- 3) Как быстро будет она развиваться?

Замена технологий происходит при приближении существующей технологии к естественному ограничителю.

Во многих изделиях вклады технологий, влияющие на показатели, не могут рассматриваться как независимые переменные. Существуют их оптимальное соотношение (пример – скорость и экономичность). Всегда существует ряд возможных комбинаций, представляющих различные степени соотношений.

С развитием технологий возможность выбора комбинаций будет увеличиваться. Суммарный рабочий параметр технологической системы может быть выражен [1]:

$$P = Ax^a \cdot By^b \dots, \quad (1)$$

Где P – суммарный параметр или «технологическое положение»,

$x, y, \dots$ – уровень технических параметров,

$a, b, \dots$ – индексы.

Параметр P описывает технологическое положение, поскольку данная величина отражает максимальный уровень сочетаний всех технологий, которое может быть достигнуто на данный момент времени.

Классические методы обработки давлением, резанием, литьем непрерывно пополняются новыми процессами формообразования, для которых характерно изменение выходных характеристик.

Новые процессы обладают необычными свойствами, оригинальны по исполнению и используют ранее не применяемые для формообразования виды энергии и энергоносители. Часто в новых методах и процессах формообразования используют композицию разных воздействий, называемы в литературе комбинированными методами обработки (КМО).

Теоретически процесс формообразования можно представить:

- 1) За счет подведения внешней энергии;
- 2) За счет высвобождения внутренней энергии материала объекта.

В последнее время появились процессы формообразования изделий с использованием управляемого перемещения элементов (частиц) формируемого изделия, причем разнообразных по природе (в том числе и неметаллических).

Производство изделий напрямую из файлов CAD обеспечивает возможность быстрой разработки продукта, тестирование и введение усовершенствованных конструкций в существующую производственную среду.

Процесс можно использовать для получения изделий из композиционных материалов (КМ), создавая на поверхности недорогих материалов слой другого материала со специфическими свойствами.

В настоящее время разработаны и используются процессы:

- селективное лазерное спекание (SLS);
- электронно-лучевая плавка (EBM);
- плазменно-порошковая наплавка (ППН).

Большинство современных конструкционных материалов – композиции, позволяющие изделиям обладать сочетанием свойств. Совместная работа разнородных материалов дает эффект, равный созданию нового материала, сочетающего свойства входящих.

В большинстве случаев компоненты композиции различны по геометрическому признаку (один непрерывен – матрица, другой прерывистый – армирующий), в зависимости от вида армирования композиционные материалы (КМ) разделяют на:

- 1) Дисперсионно-упрочненные;
- 2) Волокнистые.

По методам получения делятся на КМ, полученные жидкофазными и твердофазными методами, а также методами осаждения и комбинированными.

Авторами [2] предложена методика построения математической модели потенциального технологического процесса (ТП) по геометрической модели детали в виде формализованного описания операций. Элементы технологической системы можно описать как функцию базирования и функцию формообразования. Рассматривая технологию как сложную композицию факторов, влияющих на создание и выпуск изделий, необходимых потребителю, можно заметить, что решение технологической задачи, в общем виде, описывается функционалом

$$T = f(P, \Phi, M, C), \quad (2)$$

Где T – технологическая задача, P – прогноз, Φ – формообразование, M – материал, C – структура ТП.

Формообразующие (необратимые) процессы протекают только в одном определенном направлении. Под воздействием формообразующего процесса частицы материала вступают в сложное взаимодействие. Протекают процессы диффузии, термодиффузии, вязкого потока, химического взаимодействия и др. Все процессы неравновесные. Система приобретает определенные качественные показатели, что сопровождается возрастанием энтропии [3]. Объект образуется в открытой системе и при необратимых процессах.

Системы, в которых протекают неравновесные процессы (например технологическая система – ТС), можно рассматривать как непрерывные среды, а их параметры состояния – как полевые переменные (функции координат и времени). Количественное описание неравновесных процессов можно свести к составлению уравнений баланса для элементарных объемов на основе сохранения массы, импульса и энергии, а также баланса энтропии и феноменологических уравнений рассматриваемых ТС.

Анализ ТС, как объекта осуществления композиции технологий возможен с использованием основных законов неравновесных процессов, происходящих в необратимых термодинамических системах.

1) Закон сохранения массы.

Для многокомпонентной системы скорость изменения массы k -й компоненты в элементарном объеме равна потоку массы в этом объеме $\rho_k u_k$, где ρ_k – плотность, а u_k – скорость компоненты. Поток в бесконечно малый элемент объема, происходящий на единицу объема, есть дивергенция с обратным знаком. Уравнение баланса k -й компоненты имеет вид

$$d\rho_k/dt = -\text{div } \rho_k u_k \quad (3)$$

для суммарной плотности, соответственно

$$d\rho/dt = -\text{div } \rho u, \quad (4)$$

где u – гидродинамическая скорость среды, зависящая от координат и времени.

Для концентрации какой-либо компоненты $c_k = \rho_k/\rho$
закон сохранения массы

$$\rho \, dc_k/dt = -\text{div } I_k \quad (5)$$

позволяет определить диффузионный поток

$$I_k = \rho_k (u_k - u) \quad (6)$$

2) Закон сохранения импульса.

Изменение импульса элементарного объема может происходить за счет сил, вызванных градиентом внутренних напряжений в среде P_{ab} и внешних сил F_k . Закон сохранения импульса, применяемый к гидродинамической скорости, позволяет получить основное уравнение гидродинамики

$$\rho \, du_a/dt = - \sum b \, d/dx_b P_{ab} + \sum \rho_k F_k, \quad (7)$$

где u_a – декартовы компоненты скорости u , а P_{ab} – тензор напряжений.

3) Закон сохранения энергии.

Необходимо учитывать, что полная удельная энергия складывается из удельной кинетической, потенциальной и внутренней (U), которая представляет собой энергию теплового движения молекул и среднюю энергию молекулярных взаимодействий. Для получения уравнения баланса, аналогичное (5), из которого следует, что скорость изменения плотности импульса на одну частицу dpu/dt определяется дивергенцией плотностей потоков внутренней энергии gu и теплоты Iq , а также напряжений $\Sigma P_{ав}$ du_a/dx_b и сил $\Sigma I_k F_k$.

4) Уравнение баланса энтропии.

$$\rho \, ds/dt = -\text{div} I_s + \sigma, \quad (8)$$

где s - локальное производство энтропии на единицу объема в единицу времени, I_s - плотность потока энтропии, который выражается через плотность теплового потока, диффузионного потока и ту часть тензора напряжений, которая связана с неравновесными процессами (т.е. через тензор вязких напряжений $P_{ав}$).

5) Феноменологические уравнения.

Для получения в термодинамических неравновесных процессах замкнутой системы уравнений, описывающих процессы, потоки физических величин при помощи феноменологических уравнений выражают через термодинамические силы

$$I_i = \Sigma L_k X_k. \quad (9)$$

где L_k – кинетический (феноменологический) коэффициент или коэффициент переноса.

6) Технологическую систему необходимо рассматривать как неравновесную гетерогенную систему, в которой ряд параметров меняется скачкообразно.

Характеристика системы:

- открытая (наличие обмена энергией/веществом с окружающей средой),
- содержит неограниченно большое число элементов (подсистем),
- имеет стационарный устойчивый режим системы, в котором элементы взаимодействуют хаотически (некогерентное).

Скорость рассеяния энергии, внесенной в систему извне:

$$\Psi = n_6 \cdot X_{\tau_6}/\alpha + n_T \cdot X_{\tau_T}/\alpha + l_0 \cdot (-X_\sigma) + \rho \cdot (X_p) + q_T \cdot Q_T + \dots, \quad (10)$$

где n_6 – плотность потока дислокаций от пластической деформации объекта; X_{τ_6} и X_{τ_T} – упрочнение при пластической деформации; n_T – плотность потока дислокаций от пластической деформации нерабочими поверхностями инструмента; α – число дислокаций, приходящихся на единицу деформации объекта; l_0 – скорость изменения площади поверхности объекта и продуктов диспергирования вследствие адсорбционных процессов; $(-X_\sigma)$ – градиент значений термодинамической переменной состояния поверхности; ρ – поток движущейся рабочей жидкости; X_p – падение давления на выходе из системы; q_T – плотность теплового потока; Q_T – напряженность теплового поля.

Вопрос моделирования и описания композиции технологий в системе, формирующей объект (изделие), а также управление результатами воздействия на технологии и систему с использованием IP – задача с многими неизвестными, требует серьезных исследований.

1. Твисс Б. Прогнозирование для технологов и инженеров. – пер. с англ. Под ред. Коршунова И.А. 256 с., 2000 г.
2. Автоматизированное создание структуры технологического процесса: монография/ О.И.Кутилова, И.Н.Фролова, В.В.Крайнов, А.И.Лаптев, Т.В.Горячева. – Н.Новгород: Нижегород.техн.ун-т им. Р.Е.Алексеева, 2011 г.
3. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. Пер. с англ., М. 1960 г.
4. [www/allbest.ru](http://www.allbest.ru) Неравновесные процессы.