

емых при технологической подготовки производства. Среди таких показателей можно выделить: количество технологических процессов и операций; трудоемкость и длительность разработки техпроцессов. Данные показатели составляют основу модели вида производственного процесса.

Проектирование технологических процессов осуществляется, как правило, на основе математического моделирования процесса производства в несколько этапов, начиная с решения наиболее глобальных задач, связанных основными физическими и технико-экономическими характеристиками процессов. Для каждого из этапов проектирования применяется соответствующая степень детализации описания объектов моделирования, определяемая требуемой проектной документацией.

Таким образом, каждому элементу модели изделия авиационной техники может быть поставлено в соответствие до двенадцати видов производственных процессов. Степень совершенствования технологических процессов может быть оценена только в конкретных условиях совокупностью технико-экономических показателей предприятия.

*«Технические науки и современное производство»,
Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.*

Технические науки

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ (ЭММА)

Беззубцева М.М., Волков В.С.

Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет, Санкт-Петербург,
e-mail: vol9795@yandex.ru

Преодоление энергии взаимодействия размольных элементов (феррошаров) в рабочем объеме ЭММА [1,2] по аналогии с гипотезой Максвелла о вязкости газа [3] интерпретирована как преодоление некоторой вязкости. Для коэффициента вязкости при представлении его молекул в виде абсолютно упругих шаров Максвелл получил формулу [3]:

$$v_{\Gamma} = \frac{1}{3} \cdot P_{\Gamma} l_{\text{M}} U_{\text{M}}, \quad (1)$$

где P_{Γ} – плотность газа; l_{M} – средняя длина пробега молекул; U_{M} – средняя скорость молекул.

По аналогии с формулой (1) для зоны взаимодействия размольных тел в рабочем объеме ЭММА [2, 4] рассмотрим формулу:

$$v_0 = \frac{1}{3} N_{\text{ш}} G_{\text{рз}} l_{\text{ш}} U_{\text{ш}}, \quad (2)$$

Список литературы

1. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы совершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.
3. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований новых и совершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.
4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.
5. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 126–127.
6. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.
7. Космынин А.В., Чернобай С.П. Совершенствование конструкций металлообрабатывающих станков при производстве деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 104.

где $N_{\text{ш}}$ – число размольных элементов; $G_{\text{рз}}, l_{\text{ш}}, U_{\text{ш}}$ – соответственно масса, средняя длина пробега и средняя скорость одного размольного элемента.

Удельный объем, т.е. объем рабочей камеры, приходящийся на один размольный элемент, можно представить в виде:

$$V_{\text{уд}} = \frac{V_0}{N_{\text{ш}}} = \frac{2\pi R_{\text{рз}} h_0 2l}{N_{\text{ш}}}, \quad (3)$$

где $V_0, R_{\text{рз}}, 2l$ – соответственно объем, средний радиус и высота рабочей камеры ЭММА.

Когда притяжение размольных элементов существенно, свободный пробег шара может быть только к ближайшему. Поэтому $l_{\text{ш}}$ определяется по формуле:

$$l_{\text{ш}} = \sqrt[3]{V_{\text{уд}}} - 2R_0 \quad (4)$$

или

$$l_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4\pi R_{\text{рз}} h_0 l}{N_{\text{ш}}}} - 2R_0, \quad (5)$$

где $\sqrt[3]{V_{\text{уд}}}$ – ребро куба, объем которого равен

$V_{\text{уд}} \cdot R_0$ – радиус размольного элемента.

Таким образом, выражение для эквивалентной вязкости (2) имеет вид:

$$v_0 = \frac{N_{III} G_{PЭ} U_{III}}{3} \left(\sqrt[3]{\frac{4\pi R_{Pcp} h_0 l}{N_{III}}} - 2R_0 \right). \quad (6)$$

Приняв рабочую гипотезу о независимости скорости шаров U_{III} от их количества N_{III} в рабочем объеме ЭММА, исследуем v_0 как функцию N_{III} на экстремум:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dN_{III}} = 0; \quad \frac{d}{dN_{III}} \left[N_{III} \left(\sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} - 2R_0 \right) \right] &= 0; \\ \alpha_{III} &= 2\pi R_{Pcp} h_0 l; \\ \sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} - 2R_0 - \frac{1}{3} \sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} &= 0; \\ \sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} N_{III}^{-\frac{1}{3}} = R_0; \quad N_{III}^{\frac{1}{3}} = 3R_0 \alpha_{III}^{-\frac{1}{3}}; & \\ N_{III}^* = \left(3R_0 \alpha_{III}^{-\frac{1}{3}} \right)^3 = \frac{\alpha_{III}}{27R_0^3}. & \end{aligned} \quad (7)$$

При равенстве $N_{III} = N_{III}^*$ значение v_0 достигает максимума, т.е. процесс помола идет с максимальной интенсивностью:

$$v_{0max} = v_0^* = \frac{4\pi R_{Pcp} h_0 l G_{PЭ} U_{III}}{81R_0^2}. \quad (8)$$

При этом для оптимального объемного коэффициента заполнения рабочей камеры размольными элементами в зоне их переориентации в структурных группах получим:

$$K_{PЭ}^{max} = \frac{\frac{4}{3} \pi R_0^3 N_{III}^*}{4\pi R_{Pcp} h_0 l} = \frac{4\pi}{81}. \quad (9)$$

В зонах оснований структурных построений из ферромагнитных размольных элементов [1, 2, 4] объемные коэффициенты заполнения равны отношению объема феррошара к объему описанного около него куба:

$$K_{PЭ}^{max} = \frac{\frac{4}{3} \pi R_0^3}{(2R)^3} = \frac{\pi}{6}. \quad (10)$$

Оптимальный коэффициент объемного заполнения $K_{PЭ}^{CP}$ для трех зон рабочего объема ЭММА определяется выражением:

$$K_{PЭ}^{CP} = \frac{K_{PЭ}^{OPT} + 2K_{PЭ}^{max}}{3} = \frac{\frac{4\pi}{81} + \frac{\pi}{6}}{3} \approx 0,4. \quad (11)$$

Результаты теоретических исследований подтверждены экспериментальными данными, полученными в результате анализа процесса измельчения продуктов различного целевого назначения [2, 5, 6] в ЭММА различных конструктивных модификаций [7].

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Теоретические основы электромагнитного измельчения. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2005. – 160 с.
2. Беззубцева М.М., Волков В.С. Теоретические основы электромагнитной механоактивации. – СПб.: СПбГАУ, 2011. – 250 с.
3. Кудрявцев Л.С. Максвелл. – М.: Просвещение, 1976. – 145 с.
4. Беззубцева М.М., Мазин Д.А., Зубков В.В. Исследование коэффициента объемного заполнения ферромагнитной составляющей в аппаратах с магнитооживленным слоем // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2011. – С. 371–377.
5. Беззубцева М.М., Ковалев М.Э. Активизация сухих строительных смесей в электромагнитном механоактиваторе с применением эксергетического критерия для оценки эффективности измельчения // Материалы Международной научно-практической конференции / под. ред. А.В. Павлова. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2010.
6. Беззубцева М.М., Волков В.С. Повышение энергоэффективности безотходной технологии производства корма // Материалы Международной научно-практической конференции / под. ред. А.В. Павлова. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2010.
7. Беззубцева М.М. Энергоэффективный способ электромагнитной активации // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 5. – С. 92–93.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРНА СТАЛИ НА ПОРОГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАМЕДЛЕННОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРИ НАВОДОРОЖИВАНИИ

Волоконский М.В., Мишин В.М.

Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru

Практический интерес вызывает изучение влияния размера аустенитного зерна на пороговые характеристики локального разрушения мартенситной стали с различным уровнем остаточных внутренних микронапряжений при замедленном разрушении (ЗР), вызванном водородом [1]. Испытания на ЗР проводили по методике [2]. Установлено, что как для случая высокого уровня остаточных внутренних микронапряжений, так и для случая пренебрежимо низких остаточных внутренних микронапряжений имеет место зависимость между пороговым локальным напряжением σ_{11th}^H и размером исходного аустенитного зерна d_a в виде:

$$\sigma_{11th}^H = \sigma_0 + k d_a^{-1/2}, \quad (1)$$

где s_0 и k – коэффициенты, определяемые для соответствующих структурных состояний стали. Напряжение зарождения микротрещины может быть представлено в виде:

$$\sigma_F = \sigma_{11th}^H + \Delta\sigma_H + \Delta\sigma_{вн}, \quad (2)$$

где показано снижение когезивной прочности: $\Delta\sigma_H$ – водородом; $\Delta\sigma_{вн}$ – остаточными внутренними микронапряжениями. Тогда, уравнение (2) относительно σ_{11th}^H :

$$\sigma_{11th}^H(d_a) = \sigma_F(d_a) - \Delta\sigma_H(d_a) - \Delta\sigma_{вн}(d_a). \quad (3)$$