

3. Камбаров Ч.У., Мирзакматов К.Ж., Влияние технико-эксплуатационных показателей на функционирование развозочной (сборной, развозочно-сборной) автотранспортных систем. Известие вузов №4,2014. Часть 1.

4. Жесткова С.А. Повышение эффективности развозки нефтепродуктов автомобильным транспортом. Вестник МАДИ 2012. № 3. С-94-99.

References

1. Temirbekov F .. Ways to improve the efficiency of transport, taking into account the impact of service mechanisms to work the logistics center. Proceedings of the universities. Bishkek, 2013. Vyp. №3. s- 24-26.
2. Ahmad Niazi Azl Improved transportation of petroleum products. Moscow 1993.
3. Kambarov po, Mirzakmatov KJ, Effect of techno-eksplautatsionnyh indicators on the functioning of razvozochnoy (team, team-razvochno) motor systems. Proceedings of the universities №4,2014. Part 1.
4. Zhestkova SA Improving the efficiency of oil razvozki road. Bulletin MADi 2012. № 3. C-94-99.

УДК 685.31:65.011

К ИССЛЕДОВАНИЮ ДИНАМИКИ СОУДАРЕНИЯ ТЕЛ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ

¹*Баубеков С.Д.* - д.т.н., профессор, академик РАЕ, ²*Таукебаева К. С.* - к.т.н., проф. РАМ, ¹*С.С.Баубеков* – студент ТИГУ, *Таразский инновационно-гуманитарный университет (ТИГУ), МОН РК, 080000, Республика Казахстан, г. Тараз, ул. Желтоксана 69 б, Тел.: 8(7262) 50-13-55, Факс: 8(7262) 51-83-12, tigu_kz@mail.ru*

²*Филиал Акционерного общества «Национальный центр повышения квалификации «ОРЛЕУ» «Институт повышения квалификации педагогических работников по Жамбылской области» МОН РК, 080000, Республика Казахстан, г. Тараз, пр-т. Жамбыла 121, тел. 8(7262)438095, ins_pk@mail.ru*

Работа относится к машиностроению и посвящена автоматизации контурной обработки деталей изделий легкой промышленности. Авторы предлагает новый способ контурной обработки деталей изделия легкой промышленности и устройства для его реализации, где в процессе выполнения контурной обработки различной кривизны, устройство автоматически самонастраивается на изменения кривизны контура и обеспечивет выполнения эквидистантной строчки. Вопросы соударения тел при автоматической ориентации деталей обуви в механике не рассмотрены. Целью исследования является изучение соударения двух тел (края обрабатываемой детали и направляющего упора), возникающего в процессе контурной обработки. В работе приведены результаты исследования технологической возможности сборочно-машинного комплекса (СМК) и путей их расширения.

Ключевые слова: машиностроение, автоматизация контурных операции, строчка, легкая промышленность, эквидистантность строчки, соударения двух тел, процесс ориентирования, устройство, способ обработки, машина.

BY THE STUDY OF THE DYNAMICS IMPACTS OF THE BODIES IN AUTOMATED CONTOURING

¹*Baubekov S.D.* doctor of engineering sciences, professor, chl-koor Rossiskoy of academies natural science,

²*Taukebayeva K. S.* - cand.tech.sci., the prof. RAM, ¹*Baubekov S. S.*- student.

¹*Tarazsky innovative humanities university, Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, 080000, Republic of Kazakhstan, Taraz, Zheltoksan St. 69, Ph.: 8(7262) 50-13-55, Fax: 8(7262) 51-83-12, tigu_kz@mail.ru, sbaubekov@mail.ru*

²*Branch of Joint-stock Company the «National center of in-plant training «ORLEU» «Institute of in-plant training pedagogical workers on Zhambylskoy of area», 080000, Republic of Kazakhstan, Taraz, Zhambyl St.121. Ph.: 8(7262)438095, ins_pk@mail.ru*

Work behaves to the engineer and devoted for automations of contour treatment of details of good of light industry. Authors offers the new method of contour treatment of details of good of light industry and device for his realization, where in the process of implementation of contour treatment of different curvature, device automatically самонастраивается on the changes of curvature of contour and обеспечивет implementation of эквидистантной line. Questions of hitting of bodies at orientations in mechanics unconsidered. A research aim is studies of hitting of two bodies (edges of workpart and directing support), arising up in the process of to contour treatment. Results over of research of technological possibility of frame-clamping-machine complex (FCMC) and way of their expansion are in-process brought.

Keywords: engineer, automation contour operations, line, light industry, эквидистантность lines, hitting of two bodies, process of orientation, device, method of treatment, machine.

1. Исследования соударения ориентируемой детали с направляющим упором с учетом коэффициента восстановления

Рассмотренные в работах [4,6]. задачи об ударе двух тел (края детали и направляющего упора) существенно упрощены путем выделения в расчетной схеме упругих безынерционных элементов. Именно по этой причине удастся обойтись несложными подходами к решению, которые обычны для теории колебаний.

Но если отказаться от упомянутых выделения упругих безынерционных элементов и попытаться рассматривать соударения тел, то обнаруживается недостаточность числа тех уравнений, которые вытекают из общих законов, механики в частности, это можно видеть, например, при попытке решить задачу об изменении скоростей материальных точек, происходящем в результате их столкновения [7].

Выделим из системы (детали и упор) рис. 1, две точки А и В [7-10]. перед столкновением с массами m_A и m_B , пусть они движутся вдоль одной прямой, которую

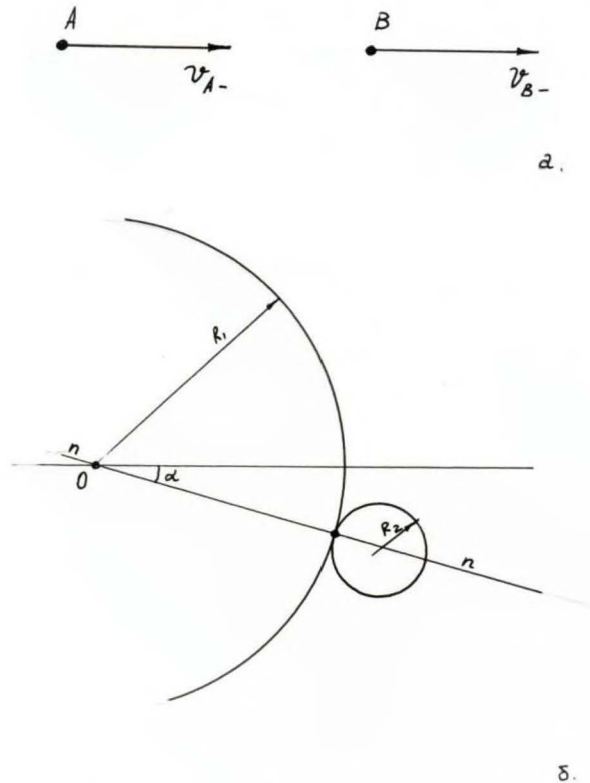


Рисунок 1 а - К определению количества движения;
б - к определению модуля упругости.

примем за ось (X), и что проекция на эту ось скорости тел перед соударением соответственно равны V_{A-} и V_{B-} , причем $V_{A-} > V_{B-}$. Так как за время удара импульс внешних (по отношению к системе двух точек) сил равен нулю, то количество движения системы остается неизменным

$$m_A V_{A-} + m_B V_{B-} = m_A V_{A+} + m_B V_{B+}, \tag{1}$$

где V_{A+} и V_{B+} - проекция на ось X скоростей точек после удара. Здесь они неизвестны.

Запишем закон об изменении количества движения к каждой из точек

$$m_A (V_{A+} - V_{A-}) = -S; \quad m_B (V_{B+} - V_{B-}) = +S, \tag{2}$$

где $\pm S$ - импульс ударного взаимодействия.

В данном случае имеем два уравнения, но они содержат три неизвестные величины. Такой же недостаток числа уравнений обнаруживается и при соударении абсолютно твердых тел. Нужные для полной обусловленности задачи дополнительные соотношения невозможно найти в рамках классической механики. Такая неопределенность есть следствие чрезмерной схематичности самих понятий об абсолютно твердом теле или о материальной точке [4].

Конечно, достаточно отказаться от этих упрощенных понятий и учесть деформируемость соударяющихся тел, как задача становится вполне определенной. Но решения таких задач очень сложны, поэтому пользуются приближенными способами, позволяющими получить полную систему уравнений без явного учета деформаций [4,6].

Рассмотрим для решения задачи способ Ньютона, основанный на допущении, что относительная скорость соударяющихся материальных точек после удара пропорциональна их относительной скорости перед ударом [7].

$$V_{A+} - V_{B+} = k (V_{A-} - V_{B-}), \quad (3)$$

где k -коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом восстановления, зависящий от физического свойства материальных точек (тела) и не зависящий от скорости соударения, при этом значения k подлежат опытному определению. Знак минус в первой части соотношения (4.79) введен для того, чтобы значения коэффициента оказались положительными.

Таким образом, в этом варианте теории уравнения (1, 3) образуют замкнутую систему, из которой следует

$$\begin{aligned} V_{A+} &= [(m_A - k m_B) V_{A-} + m_B V_{B-} (1 - V_{B-})] / (m_A + m_B); \\ V_{B+} &= [m_A (1 - k) V_{A-} + (m_B - k m_A) V_{B-}] / (m_A + m_B). \end{aligned} \quad (4)$$

Возможные значения коэффициента восстановления располагаются в промежутке от 0 до 1. Значение $k=0$ соответствует случаю, когда при ударе происходит “слипание” материальных точек и их относительная скорость после удара равна нулю. Такой удар называется абсолютно неупругим. А при $k = 1$ относительная скорость материальных точек после соударения меняет знак, но сохраняет свою величину. В этом случае удар называется абсолютно упругим. В промежуточных случаях удар называется не вполне упругим.

В этой постановке задачи длительность удара выяснить невозможно. Обычно ее считают равной нулю и соответственно предполагают: скорости соударяющихся материальных точек изменяются мгновенно, во всех случаях (кроме $k=1$) при соударении происходит мгновенная потеря кинетической энергии.

А при наличии вязко - упругих связей предложение Ньютона [7] справедливо за нулевое время соударения, так как при этом координаты точек системы не изменяются и реакция в упругих связях не возникает, но послеударное движение происходит по - разному, в зависимости от наличия и вида упругих связей.

Условность изложенного представления об ударе очевидна. Основное соотношение (2) есть, в сущности, произвольное допущение и как теперь установлено, неточно отражает истинные закономерности: в действительности относительная скорость после удара, как правило, не пропорциональна относительной скорости перед ударом. Тем не менее, до сих пор в практике нередко пользуются предложением Ньютона, достоинством которого является простота. Определенный коэффициент восстановления (k) полученный в определенных экспериментах, можно лишь с осторожностью использовать для других условий.

2. Исследование местных деформаций при ударе

Представление о мгновенности процесса соударения детали с упором принимаемое в предложенной Ньютоном упрощенной схеме удара, не позволяет определить силы взаимодействия между соударяющимися твердыми телами, формально эти силы получаются бесконечно большими. Для определения силы ударного взаимодействия используем следующую схему (рис.1).

Соударяющиеся тела имеют выступы в виде сферических форм. В этом случае связь между силой P и сближением X соударяющихся тел можно принять такой же, как и при статическом нагружении, и если начальное касание тел осуществляется в одной точке, а расстояния между поверхностями тел вблизи этой точки описываются уравнением степенного порядка, то

$$P = \beta \cdot X^{\frac{3}{2}}. \quad (5)$$

Эта формула статической теории упругости (формула Герца), где

$$\beta = 2(E_1 + E_2) \sqrt{\frac{R_1 R_2 / (R_1 + R_2)}{3(1 - \mu^2)}}, \quad (6)$$

здесь E_1, E_2 - модули упругости материалов тел, μ - коэффициент Пуассона

R_1, R_2 - радиусы кривизны сферических поверхностей.

Рассмотрим случай соударения деталей с учетом имеющих сферические контуры. Будем отсчитывать перемещения центров масс тел X_1 и X_2 от состояния, соответствующего моменту первого контакта, и совместим начало отсчета времени с этим моментом. В этом случае сближение центров масс тел в процессе соударения определяется выражением:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 &= -P(x); \\ m_2 \ddot{x}_2 &= -P(x). \end{aligned} \quad (7)$$

Исключив из этих уравнений координаты x_1, x_2 с помощью равенства (7), приходим к уравнению [4,7]

$$\ddot{x} = -P(x) / m, \quad (8)$$

где $m = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$ - приведенные массы системы.

m_2 - это масса упругой части буфера, то есть деформируемого края детали.

Первое интегрирование дает

$$1/2 \dot{X}^2 = -1/2 \int P(x) dx + C$$

Для определения постоянной C воспользуемся начальным условием: в начальный момент процесса

(когда $t=0$) относительная скорость тел равна

$\mathcal{G}_1 - \mathcal{G}_2$ - обозначим через \mathcal{G}_0 , находим, что $C = \mathcal{G}_0^2 / 2$ - и следовательно,

$$X^2 - \mathcal{G}_0^2 = - 2/m \int p(x) dx.$$

Теперь можно найти наибольшее сближения тел. X_{\max} и наибольшую ударную силу. Для этого нужно учесть, что в момент наибольшего сближения относительная скорость X равна нулю, и следовательно имеем

$$X_{\max} = [5m \mathcal{G}_0^2 / (\phi\beta)]^{3/5}. \tag{9}$$

Далее, пользуясь выражением (4), имеем соответствующее (наибольшее) значение ударной силы

$$P_{\max} = \beta X_{\max}^{\frac{3}{2}} = 1,143 \beta^{2/5} (m \mathcal{G}_0^2)^{3/5}.$$

Продолжительность соударения t^* можно найти при помощи второго интегрирования:

$$X \cdot \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{\mathcal{G}_0^2 - 2}{m \int p(x) dx}} = 0$$

$$t^* = 3,218 (m/\beta)^{2/5} \mathcal{G}_0^{\frac{1}{5}}. \tag{10}$$

Здесь тело абсолютно упругое, поэтому продолжительность этапа разжатия и сжатия равны.

Теория Герца применима только при малых скоростях соударения тел, когда развивающееся в контактной зоне напряжение не превосходит предела упругости [4,6].. В других случаях нужно исходить из законов пластического деформирования и в частности, учитывать различие между кривыми напряжения - деформация на двух этапах деформирования (при обжатия и разжатии контакта) [7-10]..

Для первого этапа можно использовать [11,12] зависимость

$$P = \beta^* X^s, \tag{11}$$

где β^* , s - постоянные, определяемые из опыта.

При этом кинетическая энергия определяется по формуле

$$T = - \frac{m_B \cdot \mathcal{G}_{B^+}^2}{2} = m_A \cdot m_B (1 + K)^2 \mathcal{G}_{A^-}^2 / [2(m_A + m_B)].$$

Получим следующее наибольшее значение ударной силы:

$$P_{\max} = [m \mathcal{G}_0^2 (s+1)/2 \beta^*]^{1/(s+1)}. \tag{12}$$

Для второго этапа следует пользоваться законом упругой разгрузки

$$P = \beta (X - X^*)^{3/2}, \tag{13}$$

где X^* - остаточное перемещение (деформация края детали упором при соударении), определяемое из условия равенства выражений (9)

$$X = X_{\max};$$

где $X = v_0 \gamma(t) / p$,

Здесь γ - зависит от α и определяется формулой [8]

$$\gamma(t) = e^{-\alpha pt} \sin \left((1 - \alpha^2 pt) / \sqrt{1 - \alpha^2} \right);$$

α - постоянная, определяется из начальных условий;

$n = k / 2m$, $p^2 = c / m$, здесь n характеризует вязкость системы; c - жесткость обрабатываемого материала; m - масса обрабатываемого материала.

Тогда запишем

$$X^* = X_{\max} - (\beta^* X_{\max}^5 / \beta)^{2/3}$$

Дальнейшее вычисления могут показать, что в данном случае эффективный коэффициент восстановления равен

$$k = \frac{1}{\sqrt{5\beta^{\frac{1}{3}} \left[(m \mathcal{G}_0^2)^{2s-3} \beta^5 \cdot 2^{s+6} (s+1)^{5s} \right]^{\frac{1}{6(s+1)}}}}. \tag{14}$$

Как видно из (14), коэффициент восстановления зависит от β , последний зависит от E_1, E_2 - модулей упругости материалов тел; μ - коэффициента Пуассона; R_1, R_2 - радиусов кривизны сферических поверхностей (см. формулу (6)); m - приведенной массы системы; S - импульс ударного взаимодействия, а также от скорости перемещения детали. Варьируя этими параметрами, вполне можно управлять процессом ориентирования. Определенный по формуле (14) коэффициент восстановления (k) более шире раскрывает технологические возможности СМК [13] при контурной обработке детали, что подтверждается результатами эксперимента [14].

Выводы: представление о мгновенности процесса соударения детали, с упором, принимаемое в предложенной Ньютоном упрощенной схеме удара, не позволяет определить силы взаимодействия между соударяющимися твердыми телами, формально эти силы получаются бесконечно большими.

Чтобы представить истинную картину процесса ориентации детали при ее контурной обработке с применением нового способа и ФТОУ, проведено исследование соударения ориентируемой детали с направляющим упором с учетом коэффициента восстановления.

Основное соотношение (2) есть в сущности произвольное допущение и как теперь установлено, неточно отражает истинные закономерности: в действительности относительная скорость после удара, как правило, не пропорциональна относительной скорости перед ударом. Определенный коэффициент восстановления (k), полученный при этом [4,6], можно лишь с осторожностью использовать для других условий.

Для определения силы взаимодействия между соударяющимися твердыми телами использована теория Герца, которая применима только при малых скоростях соударения тел, когда развивающееся в контактной зоне напряжение не превосходит предела упругости. В других случаях нужно исходить из законов пластического деформирования, и в частности, учитывать различие между кривыми напряжения - деформация на двух этапах деформирования (при обжатии и разжатии контакта).

В результате исследования получены аналитические выражения, определяющие наибольшее сближение (9), наибольшее значение ударной силы (12) и значения коэффициента восстановления (14). Используя их, вполне можно управлять процессом ориентирования детали с применением СМК [14] и расширить его технологические возможности.

Список литературы

1. Способ выполнения краевой строчки на швейных деталях при их обработке по контуру и устройство для его осуществления. А.С. №13333728, МКИ до 5 в 35/10, ДСП, опубл.09.07.1987. БИ №23, 4 с. Илл.
2. «Способ контурной обработки и устройство для его реализации» /Баубек С.Ж., Таукебаева К.С., Казахбаев С.З., Баубек С.С.Талипов А.Ж. Патент 2011/0326.1 от 01.04 2011г., 31.08.2011г. НПВ РК, г.Алматы. Бюл. №10, - 4 с: ил. Исх.022048 Положительное
3. Устройство для автоматизированной контурной обработки детали при шитье. НПВ РК Патент РК № 27813 от 19.12.2013 ./ Казахбаев С.З., Таукебаева К.С., Баубек С.С., Талипов А.Ж. –Астана: Бюл. № 12, - 4 с: ил.
4. Бишоп Р. Колебания. Пер. с англ./Под ред. Я.Г.Пановко/. М.: Наука. 1986. с. 87 – 111.
5. Жуков В.В. Исследования работы механизмов для перемещения швимаемых деталей в швейно-заготовочных машинах автоматического действия. Канд. дисс. -М.: МТИЛП, 1986, 241 с.
6. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 1./Под ред. И.А.Биргера и Я.Г. Пановко/. М.: Машиностроение, 1988, 831 с.
7. Баубек С.Д. Моделирование эффективных средств для автоматизированной контурной обработки деталей. Монография – М.: Депонирован в Всероссийский научно-исследовательский институт при Академии наук Российской Федерации, 2007. – 247 с.
8. Баубек С.Д. Основы создания фрикционно-ориентирующих устройств для автоматизированной контурной обработки деталей. Учебное пособие. //- Тараз. Типография МКТУ, 2009.- 236 с.
9. Баубек С.Д., Таукебаева К.С.Основы проектирования машин и механизмов. Для студентов технических специальностей ВУЗов, а также для магистрантов, докторантов и инженерам занимающимся проектированием машин. Учебник. -Алматы. Изд-во «Эверо», 2012, - с.437.
10. Баубек С.Д. А. Джурраев Теория механизмов с гибкими звеньями. Для магистрантов, аспирантов, докторантов и специалистов по теории механизмов и машин, а также для студентов технических специальностей ВУЗов. Учебник. /– А.: Эверо, 2012. –202 с.
11. Баубек С.Д. Теоретические исследование технологической возможности работы АШМ. Отчет 2 – транш, контракт об инновационном гранте АО «Фонд науки» №9 от 10.12.2010. – Астана: АО «Фонд науки» - 2011. – 168 с.
12. Баубек С.Д., Таукебаева К.С Динамика автоматизированной контурной окантовки деталей изделия легкой промышленности /РАЕ, журнал "Фундаментальное исследование» №10, РИНЦ=0,316, - Москва, -С.1946-1950, 2013
13. Баубек С.Д. «Изготовление и испытание опытного образца АШМ». Отчет 5 – транш, контракт об инновационном гранте АО «Фонд науки» №9 от 10.12.2010 г. -Астана, - 2012,-147с.
14. Баубек С.Д., Таукебаева К.С Экспериментальное исследование кинетики ориентирования детали / РАЕ, журнал "Фундаментальное исследование» №3, РИНЦ=0,316, - Москва, - С.13-17, 2014

References

1. A method for performing boundary line on the sewing detail during their processing on the circuit and device for its implementation. AS №13333728, MCI and 5 in 35/10, chipboard, opubl.09.07.1987. BI №23, 4. Fig.
2. "contouring method and device for its realization" / Baubek SZ, Taukebaeva KS, Kazahbaev SZ Baubek S.S.Talipov AZ Patent 2011 / 0326.1 01.04 from 2011., 31.08.2011g. LEL of Kazakhstan, Almaty. Bull. №10. - 4: ill.

Iskh.022048 Positive

3. A device for automated contouring parts for sewing. NIP RK Patent RK № 27813 from 12.19.2013 ./ Kazahbaev SZ Taukebaeva KS, Baubek SS Talipov AZ -Astana: Bull. № 12. - 4: ill.
4. Bishop R. fluctuations. Trans. with eng. / Ed. Ya.G.Panovko / . M.: Nauka. 1986. p. 87 - 111.
5. V. Zhukov Studies of the mechanisms for moving loose-parts in sewing machines billet-automatic action. Kand. diss. -M.: MTILP, 1986, 241 p.
6. The strength, stability, vibrations. Guide in three volumes. Volume 1 / Ed. I.A.Birgera and YG Panovko / . M.: Mechanical Engineering, 1988, 831 p.
7. Baubek SD Modeling effective tools for automated contour machining. Monograph - M.: Vserossisky deposited in the Research Institute of the Academy of Sciences of the Russian Federation, 2007. - 247 p.
8. Baubek SD Basics of creating a friction-orienting devices for automated contour machining. Tutorial. // - Taraz. Typography ICGS, 2009.- 236 p.
9. Baubek SD, Taukebaeva K.S.Osnovy design of machines and mechanisms. For students of technical specialties of higher education institutions, as well as for graduate students, doctoral students and engineers involved in the design of machines. Textbook. -Almaty. Publishing house "Avery" 2012 - s.437.
10. Baubek SD A.Dzhuraev Theory of mechanisms with flexible links. For undergraduates, graduate students, doctoral students and specialists in the theory of mechanisms and machines, as well as for students of technical specialties. Textbook. / - A.: Eber, 2012. -202 p.
11. Baubek SD Theoretical study of the technological opportunities to work atm. Report 2 - installment contract for innovation grants JSC "Fund of Science» №9 of 10.12.2010. - Astana JSC "Fund of Science" - 2011. - 168 p.
12. Baubek SD, KS Taukebaeva Dynamics automated contour edging parts products of light industry / PAE magazine "Basic research» №10, RISC = 0.316, - Moscow, -S.1946-1950 2013
13. Baubek SD "Manufacturing and testing of prototype atm." Report 5 - tranche contract of innovative grants JSC "Fund of Science» №9 of 10.12.2010 city-Astana - 2012 -147s.
14. Baubek SD, Taukebaeva KS Experimental study of the kinetics of orientation details / PAE magazine "Basic research» №3, RISC = 0.316, - Moscow - S.13-17 2014

УДК 539.374

О МОДЕЛИРОВАНИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Субботина Елена Александровна, ст. преподаватель, Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская,44, e-mail: lina-bishkek@mail.ru

Обоснована формулировка соотношений, пригодных для исследования процессов деформирования металлов и сплавов в условиях высоких гомологических температур и широком диапазоне скоростей деформаций. Показана приемлемость для описания закономерностей пластического течения теории упругопластических процессов малой кривизны.

Ключевые слова: напряжение, деформация, скорость деформации, температура.

ON MODELLING HIGH TEMPERATURE PROCESSES OF DEFORMATION METALS AND ALLOYS

Subbotina Elena Aleksandrovna, Senior Lecturer, Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyz Republic, 720000, c. Bishkek, st. Kiev, 44, e-mail: lina-bishkek@mail.ru

Proved formulation equations suitable for study of deformation processes of metals and alloys at high homologous temperatures and a wide range of strain rates. It is shown that the acceptability to describe the regularities of plastic flow theory of elastic-plastic processes of the small curvature.

Keywords: stress, strain, strain rate, temperature.

Введение

Одним из наиболее перспективных технологических процессов обработки металлических материалов является горячее формоизменение заготовок. Целью таких процессов можно считать получение полуфабрикатов с требуемой формой, размерами и свойствами. Проектированию подобных операций предшествует глубокая научная проработка, которая, в свою очередь, способствует развитию математических теорий горячего формообразования сплавов.

Технологические задачи относятся к физически и геометрически нелинейным. В теоретическом отношении приходится иметь дело с нестационарными задачами механики, решаемыми в двух и трехмерной постановке со сложными меняющимися граничными условиями. Один из подходов к постановке и решению