

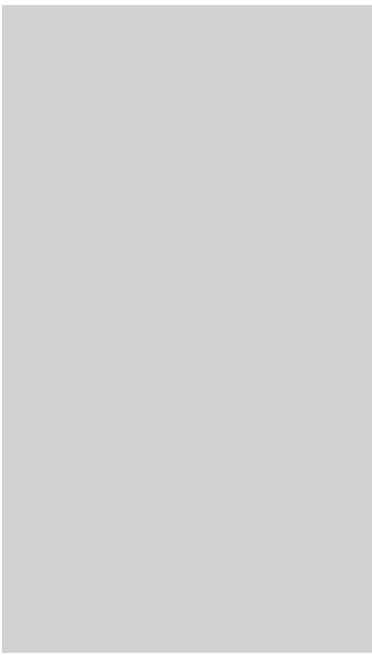
ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС
74940 – индивидуальная подписка
749402 – ведомственная подписка

выпуск 30



ВЕСТНИК

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВЕСТНИК

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 1 (30)

ВИТЕБСК 2016

Редакционная коллегия:

Главный редактор – профессор Башметов В.С.

Зам. главного редактора – профессор Ванкевич Е.В.

Ответственный секретарь – профессор Рыклин Д.Б.

Члены редакционной коллегии

Технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения

Редактор – проф., член-кор. НАН РБ

Рубаник В.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)

- вед. научн. сотрудник Беляев С.П.

(СПбГУ, Российская Федерация)

- проф. Буркин А.Н. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- проф. Вертешев С.М. (ПсковГУ, Российская Федерация)
- проф. Горбачик В.Е. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- доц. Казарновская Г.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- проф. Киосев Й. (Высшая школа Нидеррейна, Германия)
- проф. Коган А.Г. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- проф. Корниенко А.А. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- проф. Кузнецов А.А. (ВГТУ, Республика Беларусь)

- проф. Мерсон Д.Л. (НИИТП ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», Российская Федерация)
- проф. Милашиус Р.
(Каунасский технологический университет, Литва)
- проф. Николаев С.Д. (МГУДТ, Российская Федерация)
- проф. Ольшанский В.И. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- проф. Пятов В.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- проф. Садовский В.В. (БГЭУ, Республика Беларусь)
- проф. Сакевич В.Н. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- научн. сотрудник Салак А.Н.
(Университет Авейро, Португалия)
- проф. Сторожев В.В. (МГУДТ, Российская Федерация)
- проф. Сункуев Б.С. (ВГТУ, Республика Беларусь)

Химическая технология и экология

Редактор – проф. Ковчур С.Г.

(ВГТУ, Республика Беларусь)

- член-кор. Академии инженерных наук Украины
Власенко В.И. (Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина)
- научн. сотрудник Дутчик В. (Институт по исследованию полимеров, г. Дрезден, Германия)

- академик НАН РБ Лиштван И.И. (Республика Беларусь)
- проф., член-кор. НАН РБ Пантелеенко Ф.И.
(БНТУ, Республика Беларусь)
- доц. Платонов А.П. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- доц. Стёпин С.Г. (ВГМУ, Республика Беларусь)
- доц. Ясинская Н.Н. (ВГТУ, Республика Беларусь)

Экономика

Редактор – проф. Яшева Г.А.

(ВГТУ, Республика Беларусь)

- проф. Богдан Н.И. (БГЭУ, Республика Беларусь)
- проф. Быков А.А. (БГЭУ, Республика Беларусь)
- проф. Варшавская Е.Я.
(НИУ «Высшая школа экономики», Российская Федерация)
- доц. Касаева Т.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)

- проф. Коседовский В.
(Университет им. Н. Коперника, Республика Польша)
- проф. Махотаева М.Ю. (ПсковГУ, Российская Федерация)
- проф. Меньшиков В.В.
(Даугавпилсский университет, Латвия)
- проф. Нехорошева Л.Н. (БГЭУ, Республика Беларусь)
- доц. Прокофьева Н.Л. (ВГТУ, Республика Беларусь)

Журнал включен в перечень научных изданий Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, в информационно-аналитическую систему «Российский индекс научного цитирования» и базу Index Copernicus International.

Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72,
тел.: 8-0212-47-90-40

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Web-сайт университета: <http://vstu.by/>
Тексты набраны с авторских оригиналов

© УО «Витебский государственный
технологический университет», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения

Башметов В.С. Определение натяжения основных нитей на ткацких станках	7
Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г Сравнительный анализ физико-механических свойств длинного трёпаного льноволокна	12
Матвеев А.К., Петюль И.А., Медведская Е.В. Разработка конструкции прибора и методики неразрушающего контроля устойчивости окраски кож и готовых изделий к трению	21
Милюшкова Ю.В., Горбачик В.Е Анализ поперечных сечений стопы и колодки	27
Наumenko А.А., Шеремет Е.А., Козловская Л.Г. Моделирование изменения остаточной циклической деформации ниток в режиме периодического растяжения	34
Панкевич Д.К. Методика оценки качества водонепроницаемых композиционных слоистых материалов для одежды	40
Попок Н.Н., Махаринский Ю.Е., Латушкин Д.Г. Определение параметров граничного алгоритма управления рабочим циклом плоского врезного шлифования	49
Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В., Ордов К.В. Имитационная статистическая модель рыхления и очистки волокнистого материала	54

Химическая технология и экология

Витязь П.А., Сенють В.Т., Жорник В.И., Парницкий А.М., Гамзелева Т.В. Структурные особенности алмазных порошков после поверхностного модифицирования активаторами спекания	62
Матвейко Н.П., Брайкова А.М., Садовский В.В. Вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в жидком туалетном мыле	74
Матвейко Н.П., Брайкова А.М., Бушило К.А., Садовский В.В. Инверсионно-вольтамперометрический контроль содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье и препаратах на его основе	82

Рыклин Д.Б., Ясинская Н.Н., Евтушенко А.В., Джумагулыев Д.Д. Исследование раствора полиамида-6 для получения нановолокнистых покрытий методом электроформования.....	90
Сакевич В.Н., Посканная Е.С. Влияние замасливания волокон безжировым эмульсолом на показатели качества искусственного меха	99
Чепрасова В.И., Залыгина О.С., Марцуй В.Н. Исследование возможности получения пигментов из отработанных электролитов цинкования	105

Экономика

Вайлунова Ю.Г. Институциональные методы стимулирования сетевого взаимодействия субъектов холдинга.....	117
Вардомацкая Е.Ю., Шарстнев В.Л., Алексеева Я.А. Оптимизация маршрута с использованием теории графов в пакетах прикладных программ.....	130
Квасникова В.В., Ермоленко В.А. Оценка эффективности экспортной деятельности организаций по производству кабельно-проводниковой продукции: методика и апробация.....	140
Мартусевич А. А., Бугаев А. В. Методика оценки эффективности денежных потоков в товариществах собственников	152
Минюкович Е.А., Железко Б.А., Синявская О.А. Экономическая информатика: история становления и перспективы развития	165
Прудникова Л.В., Жиганова Т. В. Комплексная методика анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации	173
Яшева Г.А., Костюченко Е.А. Методологические аспекты кластерного подхода к инновационному развитию и повышению конкурентоспособности национальной экономики.....	188

Сведения об авторах.....	209
---------------------------------	-----

Памятка авторам научно-технического журнала «Вестник Витебского государственного технологического университета».....	214
---	-----

CONTENT

Technology and machinery of light industry and machine building

Bashmetau Valery

Determination of the warp threads tension on the weaving loom 7

Dyagilev Andrey, Biziuk Andrei, Kogan Alexander

Comparative analysis of physical and mechanical properties of long scutched flax fiber 12

Matveev Anton, Petjul' Irina, Medvedskaja Ekaterina

Development of the device design and technique of color fastness testing of leather and finished goods to friction 21

Miliushkova Yuliya, Gorbachik Vladimir

Analysis of foot and shoes cross section 27

Naumenko Alexander, Sheremet Elena, Kozlovskaja Lyudmila

Modelling of changes of residual cyclic deformation of threads during periodical tension 34

Pankevich Darya

Methodology of assessing the quality of composite materials containing a membrane layer for waterproof clothing 40

Popok Nikolai, Maharinsky Yury, Latushkin Dmitry

Determination of parameters of boundary algorithm for working cycle control of flat plunge grinding 49

Sevostyanov Petr, Samoylova Tatyana, Monakhov Vladislav, Ordov Konstantin

Simulation statistical model of breaking and cleaning of fibrous material 54

Chemical technology and ecology

Vitiaz Petr, Senjut' Vladimir, Zhornik Viktor, Parnickij Aleksandr, Gamzeleva Tat'jana

Structural features of diamond powder after surface modification by sintering activators 62

Matveiko Nikolay, Braikova Alla, Sadovski Viktor

Voltammetric determination of heavy metals in the liquid toilet soap 74

Matveiko Nikolay, Braikova Alla, Busilo Ksenia, Sadovski Viktor

Stripping voltammetric monitoring of the content of heavy small metals in medical plant raw material and preparations on its basis 82

Ryklin Dzmitry, Yasinskaya Natallia, Yeutushenka Aliaksandr, Dzhumagulyev Dovran

Investigation of polyamide-6 solution for nanofibrous web by electrospinning technique 90

Sakevich Valerij, Poskannaja Ekaterina

Application of oil by fat-free emulsol and its influence on quality score of artificial fur99

Cheprasova Victoria, Zalygina Olga, Martsul Vladimir

Research of the possibility for pigments obtaining from spent zinc electrolytes 105

Economics**Vailunova Yulia**

Institutional incentives for promotion of networking cooperation of entities.....117

Vardomatskaja Alena, Sharstniou Uladzimir, Alekseeva Yanina

Route optimization using graph theory in the application package..... 130

Kvasnikova Vera, Yarmolenka Vasili

Evaluation of the efficiency of export business in organizations manufacturing cabling and wiring products: methods and approval..... 140

Martusevich Nastasia, Buhayeu Aliaksandr

Methods of assessment of cash flows efficiency in the condominiums..... 152

Miniukovich Katsiaryna, Zhalezka Boris, Siniauskaya Volha

Economic informatics: history of formation and perspectives of development..... 165

Prudnikava Liudmila, Zhyhanava Tatsiana

Complex methodology for analysis and evaluation of innovative technological level of the commercial organization 173

Yashava Halina, Kostuchenko Elena

Cluster approach as a factor of innovative development of the national economy and increase of competitiveness..... 188

Information about authors..... 209

Reference guide for authors of scientific-technical journal «Vestnik of Vitebsk State Technological University» 214

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГРАНИЧНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ ЦИКЛОМ ПЛОСКОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Н.Н. Попок, Ю.Е. Махаринский, Д.Г. Латушкин

УДК 621.923

РЕФЕРАТ

ПЛОСКОЕ ВРЕЗНОЕ ШЛИФОВАНИЕ, ОГРАНИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, РАБОЧИЙ ЦИКЛ СЪЕМА ПРИПУСКА, НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПРИПУСКА

Аналитически получены математические модели, которые позволяют определять параметры граничного алгоритма управления рабочим циклом плоского врезного шлифования.

Большое количество исследований и разработок, посвященных различным вопросам проблемы управления процессом шлифования, характеризуется отсутствием единого системного подхода к проблеме, разобщенностью разработок и несовместимостью результатов. Реальное влияние этих работ на эффективность процессов шлифования в производственных условиях явно недостаточно. Экспериментальные и теоретические знания пока не упорядочены и не обобщены прагматической инженерной теорией, которая бы позволила обоснованно выбирать алгоритм управления и его параметры в каждом конкретном случае. Особенно это относится к процессу плоского врезного шлифования.

Нерешенными аспектами проблемы управления процессом плоского врезного шлифования являются: 1) систематизация и частичная разработка математических моделей ограничений производительности; 2) разработка аналитического метода оценки параметров граничного алгоритма управления рабочим циклом.

Для большей универсальности исследования проводились в безразмерных величинах.

ABSTRACT

EFLAT PLUNGE GRINDING, PERFORMANCE LIMITATIONS, DUTY CYCLE STOCK REMOVAL, IRREGULARITY ALLOWANCE

Mathematical models have been analytically obtained to define the boundary algorithm parameters of duty cycle control of the flat plunge grinding.

A large number of research works on various issues of the grinding process management are characterized by the absence of a single system approach to the problem, discord and the incompatibility of results. The real impact of these research works on the efficiency on the grinding process in a production environment is clearly not enough. The pilot and theoretical knowledge has not been streamlined yet. It has not been summarized by means of a pragmatic engineering theory that could make it possible to choose the reasonable control algorithm of the process and its parameters in each specific context. This especially refers to the flat plunge grinding process.

The outstanding aspects of the flat plunge grinding process problem are the following: 1) the systematization and partial development of mathematical models of performance limitations; 2) the development of an analytical method of evaluating the boundary algorithm parameters of duty cycle control.

For greater versatility studies were carried out in the dimensionless variables.

ВВЕДЕНИЕ

Для эффективного управления процессом врезного шлифования (или заточки) при помощи систем ЧПУ необходимы математические модели, отражающие ограничения, которые на-

кладываются на производительность тепловыми явлениями в зоне шлифования, рабочими свойствами шлифовального круга, а также требованиями к точности формы и шероховатости шлифованной поверхности. Зависимость меж-

ду глубиной шлифования и глубиной прижога, необходимая для разработки модели теплового ограничения производительности, может быть получена экспериментально или путем моделирования на ЭВМ процесса нагрева заготовки при шлифовании. Данные методы являются довольно трудоемкими, а полученные результаты являются частными – то есть их нельзя использовать при изменении условий шлифования.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При граничном алгоритме управления [1, 2, 3] на каждом проходе радиальная подача изменяется в соответствии с требованиями ограничений производительности.

Для плоского врезного шлифования модели ограничений производительности имеют вид [1, 3]:

1. Тепловое ограничение.

Модель теплового ограничения позволяет определить допустимую, по отсутствию прижогов на окончательной поверхности, относительную глубину шлифования α_i в зависимости от оставшегося относительного припуска π_i :

$$\alpha_i \leq C_0 + C_1 \cdot \pi_i + C_2 \cdot \pi_i^2. \quad (1)$$

Глубина шлифования на i -ом проходе

$$\alpha_i = \frac{a_i}{a_{k0}}, \quad (2)$$

где a_{k0} – критическая бесприжоговая глубина шлифования сразу после правки шлифовального круга, a_i – глубина шлифования на i -м проходе.

Безразмерный припуск π_i , оставшийся после i проходов:

$$\pi_i = \frac{\Pi_i}{a_{k0}}, \quad (3)$$

где Π_i – припуск, оставшийся после i проходов.

Коэффициенты можно найти по следующим моделям:

$$C_0 = (0,25 + 0,75) \cdot \alpha_k, \quad (4)$$

где $\alpha_k = a_k / a_{k0}$, a_k – безразмерная критическая бесприжоговая глубина шлифования;

$$C_1 = (\alpha_k - 0,13) \cdot b_n, \quad (5)$$

где b_n – параметр тепловой активности шлифовального круга при плоском шлифовании.

$$C_2 = (0,2 + 0,12 \cdot \alpha_k) \cdot b_n^2. \quad (6)$$

2. Силовое ограничение по допустимой силе шлифования P_{ym} .

Модель первого силового ограничения позволяет определить допустимую по упругим деформациям или режиму работы (полное или частичное самозатачивание) шлифовального круга относительную глубину шлифования α_i :

$$\alpha_m \leq \frac{K_{pn} \cdot p_{ym}}{B \cdot V_x \cdot \alpha_{k0}}, \quad (7)$$

где K_{pn} – коэффициент режущей способности при плоском врезном шлифовании; B – ширина шлифуемой заготовки; V_x – скорость продольной подачи заготовки.

3. Ограничение производительности по качеству поверхности

Модель второго силового ограничения позволяет определить допустимую по заданному показателю шероховатости (параметрам эмпирической модели для вычисления зависимости показателя шероховатости от радиальной силы шлифования) относительную глубину шлифования α_i в зависимости от оставшегося относительного припуска π_i .

$$\alpha_i \leq \alpha_R + \frac{K_{pn}}{4 \cdot V_x \cdot K_{Rn}}, \quad (8)$$

где K_{Rn} – коэффициент пропорциональности;

$$\alpha_R = \frac{(Ra_{30} - Ra_0) \cdot K_{pn}}{V_x \cdot K_{Rn} \cdot \alpha_{k0}}, \quad (9)$$

где Ra_{30} – заданное значение параметра шероховатости.

На рисунке 1 показаны варианты схем ограничений производительности для разных соче-

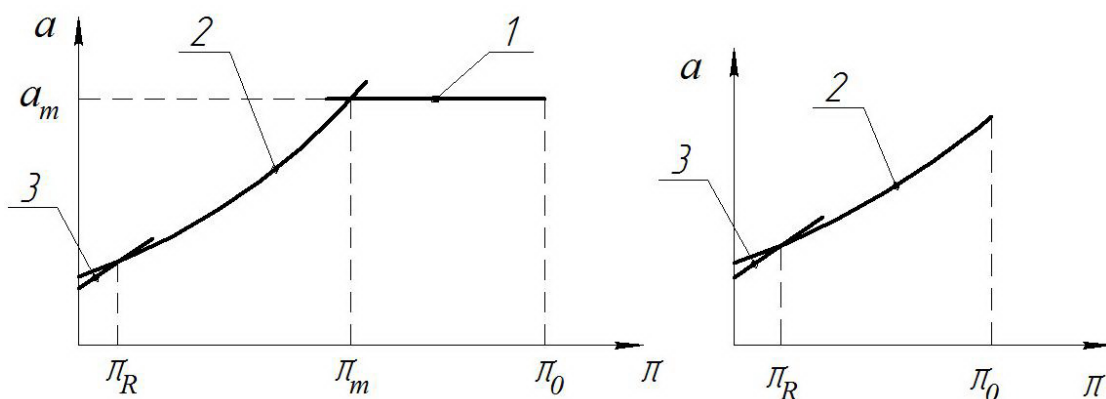


Рисунок 1 – Схемы ограничений производительности при плоском врезном шлифовании (1 – силовое ограничение, 2 – тепловое ограничение, 3 – ограничение по шероховатости)

таний значений параметров моделей (1) и (9).

Для дальнейших расчетов, оптимизации и моделирования рабочего цикла необходимо определять значения абсцисс точек пересечения ограничений π_m и π_R . Это можно выполнить с помощью следующих моделей:

$$\pi_m = \frac{\sqrt{C_1^2 + 4 \cdot C_2 \cdot (\alpha_m - C_0)} - C_1}{2 \cdot C_2}, \quad (10)$$

$$\pi_R = \frac{C_3 - C_1 - \sqrt{(C_3 - C_1)^2 + 4 \cdot C_2 \cdot (C_0 - \alpha_R)}}{2 \cdot C_2}, \quad (11)$$

где

$$C_3 = \frac{K_p}{4 \cdot K_R \cdot V} = \frac{\alpha_R \cdot \alpha_{k0}}{4 \cdot (Ra - Ra_0)}.$$

Поддачи граничного алгоритма управления плоским врезным шлифованием определяются из следующих соображений. Если $(\pi_m \leq \pi_0 - \alpha_m)$ (рисунок 2), то модель ускоренного врезания имеет вид:

$$\sigma_v = \alpha_m \cdot (1 + Y) = \alpha_m \cdot \left(1 + \frac{V \cdot B}{K_{ps} \cdot j} \right). \quad (12)$$

Число проходов с подачей $\sigma_1 = \alpha_m$ определяем из выражения

$$i_m = \frac{\pi_0 - \pi_m}{\sigma_1 - I}, \quad (13)$$

где i_m округляется до ближайшего меньшего целого числа.

А число проходов предварительного этапа рабочего цикла

$$i_1 = i_m + 1. \quad (14)$$

Часть припуска, удаленная на этом этапе, будет равна:

$$\pi_{c1} = \alpha_m \cdot i_1. \quad (15)$$

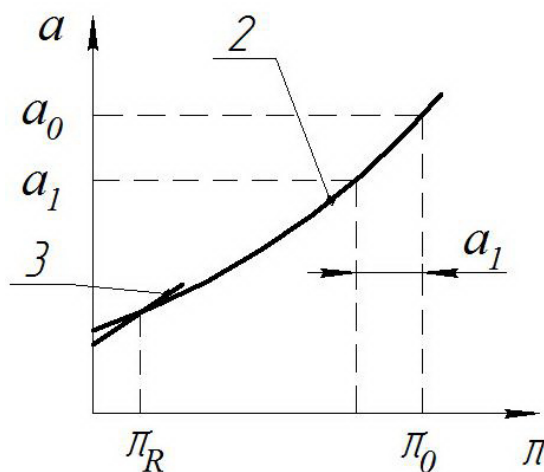


Рисунок 2 – Схема к расчету подачи ускоренного врезания

Если $(\pi_m > \pi_0 - \alpha_m)$ (см. рисунки 1 и 2), то согласно модели (1)

$$\alpha_1 = C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \alpha_1) + C_2 \cdot (\pi_0 - \alpha_1)^2 .$$

Откуда

$$\alpha_1 = \frac{1 + 2 \cdot C_2 \cdot \pi_0 - C_1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot C_2 \cdot \pi_0 - C_1)^2 + 4 \cdot C_2 \cdot \alpha_0}}{2 \cdot C_2} , \quad (16)$$

где

$$\alpha_0 = C_0 + C_1 \cdot \pi_0 + C_2 \cdot \pi_0^2 .$$

Участок действия теплового ограничения зависит от следующих условий. Если $\alpha_R < \alpha_K$, то $\pi_m \geq \pi \geq \pi_R$, где значение π_R можно вычислить по модели (11); в противном случае $\pi_m \geq \pi \geq 0$. Для этого участка согласно модели (1) можем записать

$$\alpha_i = C_0 + C_1 \cdot (\pi_{i-1} - \alpha_i) + C_2 \cdot (\pi_{i-1} - \alpha_i)^2 . \quad (17)$$

Откуда, учитывая, что $\pi_{i-1} = \pi_0 - \pi_{c(i-1)}$, где

$\pi_{c(i-1)} = \sum_{i=1}^{i-1} \alpha_i$ — часть удаленного припуска, получим

$$\alpha_i = \frac{C_1 \cdot D_i}{2 \cdot C_2} , \quad (18)$$

где

$$D_i = C_i^2 - M_i , \quad C_i = 1 + C_1 + 2 \cdot C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_{c(i-1)}) ,$$

$$M_i = C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \pi_{c(i-1)}) + 2 \cdot C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_{c(i-1)})^2$$

и

$$\sigma_i = \alpha_i \cdot (1 + Y) - Y \cdot \alpha_{(i-1)} . \quad (19)$$

Вычисления продолжают до тех пор, пока соблюдается неравенство

$$\pi_0 - \pi_{c(i-1)} - \alpha_i > \pi_R . \quad (20)$$

Если действует ограничение по параметру шероховатости, то в соответствии с моделями (10) и (11)

$$\alpha_i = \alpha_R + C_3 \cdot \pi_i / (1 + C_3) , \quad (21)$$

$$\sigma_i = \alpha_i \cdot (1 + Y) - Y \cdot \alpha_{(i-1)} ,$$

где $\pi_i < \alpha_R$. Если $(\pi_0 - \pi_{c(i-1)}) < \alpha_R$, то подача на последнем проходе определяется из выражения

$$\sigma_i = \alpha_R \cdot (1 + Y) - Y \cdot \alpha_{(i-1)} . \quad (22)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уточнен метод определения относительных (безразмерных) показателей граничного алгоритма управления рабочим циклом плоского врезного шлифования.

Достоинством уточненных моделей ограничений производительности шлифования является то, что значительная часть их параметров имеет физический смысл.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ
ИСТОЧНИКОВ

1. Махаринский, Е.И. (1990), *Технологические основы управления процессом шлифования*, Москва, СНИО СССР, 53 с.
2. Михелькевич, В.Н. (1975), *Автоматическое управление шлифованием*, Москва, Машиностроение, 1975, 304 с.
3. Ящерицын, П.И., Махаринский, Е.И., Махаринский, Ю.Е. (1997), Модели ограничений производительности при плоском врезном шлифовании, *Вести Академии наук Беларуси*, серия физико-технических наук, №3, С. 31–34.

REFERENCES

1. Maharinsky, E.I. (1990), *Tehnologicheskie osnovy upravlenija processom shlifovaniya* [Technological bases of control by process of grinding], Moscow, SNIO USSR, 53 p.
2. Mihelkevich, V.N. (1975), *Avtomaticheskoe upravlenie shlifovaniem* [Automatic control of grinding], Moscow, Mechanical engineering, 304 p.
3. Yashcheritsyn, P.I., Maharinsky, E. I., Maharinsky, Y. E. (1997), Models of restrictions of productivity at flat cut-in grinding [Modeli ogranichenij proizvoditel'nosti pri ploskom vreznom shlifovanii], *Vesci Akadjemii navuk Belarusi, seryja fizika-tjechnichnyh navuk № 3 – To conduct Academies of Sciences of Belarus, a series of physics and technology sciences № 3*, pp. 31-34.

Статья поступила в редакцию 28. 03. 2016 г.