

УДК 621.74

**Исследование структур чугуна, модифицированного Si-Ba / О. С. Коваль // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – X: НТУ «ХПИ», – 2013. - № 4 (978). – С. 20-23. – Бібліогр.: 5 назв.**

У статті наведено результати досліджень мікроструктури чавуну, модифікованого Si-Ba. Описано процес плавки і результати хімічного аналізу чавуну, а також процедура обробки даних металографічного аналізу за розміром включень графіту. Наведені результати дозволяють зробити ряд важливих висновків про види законів розподілу розміру графітових включень в мікроструктурі, що дозволяє проводити порівняльну оцінку ефективності застосування різних типів модифікаторів для регулювання процесів структуроутворення.

**Ключові слова:** модифікування, графітизація, мікроструктура, чавун

The research of iron constructions that has been modified by Si-Ba was considered in this article. The melting process and the iron chemical analysis results were described. An example of construction processing by the method of graphite inclusion size calculation was presented. We can to apply the law of distribution to the research results has been established.

**Keywords:** modification, graphitization, microstructure, iron

УДК 621.91

**А. В. КОТЛЯР**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»;  
**Ю. Н. ЛЮБИМЫЙ**, ассистент, НТУ «ХПИ»

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ВАЛКОВ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ НА ВАЛЬЦЕШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Предложена методика расчета динамических показателей вальцешлифовальных станков и их узлов таких, как жесткость и коэффициент демпфирования. Разработана математическая модель, которая описывает взаимодействие отдельных узлов станка между собой.

**Ключевые слова:** станок вальцешлифовальный, динамика, жесткость, демпфирование, шлифование.

**Вступ.** Проблема восстановления прокатных валков относится к числу одной из наиболее актуальных в черной металлургии. Стойкость валков может измеряться от нескольких часов до нескольких месяцев в то время, как их восстановление требует значительных затрат времени и средств. Любой из известных методов производства и восстановления валков [1] после закалки требует выполнения операции чистовой обработки, а именно – шлифования. Важнейшими факторами, влияющими на шероховатости обрабатываемых поверхностей, являются динамические параметры станка и процесса резания. Станки, к которым предъявляются высокие требования по обеспечению чистоты и точности обработки поверхностей деталей, должны иметь высокую жесткость и демпфирующие свойства узлов.



Рис. 1 - Компоновка вальцешлифовального станка

В данной статье предложена методика исследования влияния различных параметров динамической системы вальцешлифовального станка на процесс обработки.

Среди различных конструктивных исполнений вальцешлифовальных станков, наибольшее распространение получили станки с компоновкой, представленной на рис. 1.

Основные узлы станка устанавливаются на переднюю и заднюю станины. Передняя станина имеет направляющие скольжения для перемещения нижнего стола. Верхний стол закреплен на нижнем столе. Он имеет возможность поворачиваться вручную вокруг своей оси во время настройки станка. На верхнем столе крепятся передняя бабка (ПБ), задняя бабка (ЗБ) и люнет. Заготовка устанавливается в центрах и вращается от приводного механизма посредством электродвигателя через ременную передачу. К задней станине крепится подкладная плита, в которую вмонтирован механизм поперечных подач. Шлифовальная бабка состоит из двух частей: верхнего и нижнего корпусов. Верхний корпус шлифовальной бабки имеет возможность качаться вокруг оси с помощью механизма тонких подач посредством эксцентрика. Вращение шлифовального круга осуществляется с помощью электродвигателя через ременную передачу.

На рис. 2 представлена динамическая модель разомкнутой системы вальцешлифовального станка вышеизложенной компоновки [2]. В данной схеме предполагается, что такие элементы станка, как: передняя и задняя станина; нижний и верхний стол; подкладная плита шлифовальной бабки, а также их стыки имеют жесткость, которая на несколько порядков выше по сравнению с указанными на рис. 2 узлами станка. Это позволяет не учитывать их в дальнейших расчетах.

На рис. 2:  $m_1$  – масса подсистемы закрепления детали;  $m_2$  – масса шпиндельного узла;  $m_3$  – масса верхнего корпуса шлифовальной бабки;  $m_4$  – масса нижнего корпуса шлифовальной бабки;  $c_1, b_1$  – жесткость и демпфирование подсистемы закрепления детали;  $c_2, b_2$  – жесткость и демпфирование зоны резания;  $c_3, b_3$  – жесткость и демпфирование шпиндельного узла;  $c_4, b_4$  – жесткость и демпфирование механизма профилирования шлифовальной бабки;  $c_5, b_5$  – жесткость и демпфирование механизма поперечных подач шлифовальной бабки;  $P_{\text{возм.}}$  –

возмущающая сила, которая возникает под действием дисбаланса шлифовального круга;  $X_1, X_2, X_3, X_4$  – соответствующие перемещения узлов и подсистем станка под действием возмущающей силы.

На рис. 3 представлена подсистема закрепления детали, которая позволяет определить ее жесткость и коэффициент демпфирования. При определении этих параметров примем некоторые упрощения, что передняя станина, нижний и верхний столы и корпуса узлов учитываться в расчетах не будут, поскольку они имеют жесткости на несколько порядков выше самих узлов. Таким образом, приведенная жесткость передней бабки при последовательном соединении упругих элементов определяется по следующей формуле [3]:

$$c_{\text{н.б.}} = \frac{c'_{\text{ц.}} \cdot c_{\text{ш.}}}{c'_{\text{ц.}} + c_{\text{ш.}}},$$

где  $c'_{\text{ц.}}$  – приведенная жесткость переднего центра и стыка «передний центр -

шпиндель», Н/м;  $c_{ш}$  – приведенная жесткость шпинделя передней бабки и стыка «шпиндель – корпус передней бабки», Н/м.

Приведенная жесткость задней бабки:

$$c_{з.б.} = \frac{c''_{ц.} \cdot c_n}{c''_{ц.} + c_n},$$

где  $c_n$  – приведенная жесткость пиноли задней бабки и стыка «пиноль – корпус задней бабки», Н/м;

$c''_{ц.}$  – приведенная жесткость заднего центра и стыка «задний центр – пиноль», Н/м.

Приведенная жесткость люнета:

$$c_{л.} = \frac{c_{зуб.} \cdot c'_л.}{c_{зуб.} + c'_л.},$$

где  $c_{зуб.}$  – приведенная жесткость губок люнета, Н/м;  $c'_л.$  – приведенная жесткость опорной части люнета внутри корпуса, Н/м;

Жесткость детали имеет различные значения на всей ее длине:

$$c_d(a) = \frac{3 \cdot E \cdot J}{a^2 \cdot (L - a)^2},$$

где  $E$  – модуль упругости материала изделия, Па;  $J$  – осевой момент инерции сечения, м<sup>4</sup>;  $L$  – длина заготовки, м;  $a$  – расстояние от точки приложения силы резания до торца заготовки, м.

Приведенная жесткость подсистемы закрепления детали:

$$c_1 = \frac{(c_{п.б.} + c_{з.б.}) \cdot (c_d(a) + c_{л.})}{c_{п.б.} + c_{з.б.} + c_d(a) + c_{л.}},$$

где  $c_{п.б.}$  – жесткость передней бабки, Н/м;  $c_{з.б.}$  – жесткость задней бабки, Н/м;  $c'_л.$  – жесткость люнета, Н/м;  $c_d(a)$  – жесткость детали, Н/м.

Демпфирование  $b_i$  любого узла системы определяется как произведение жесткости этого узла на постоянную демпфирования [4]:

$$b_i = c_i \cdot T_i,$$

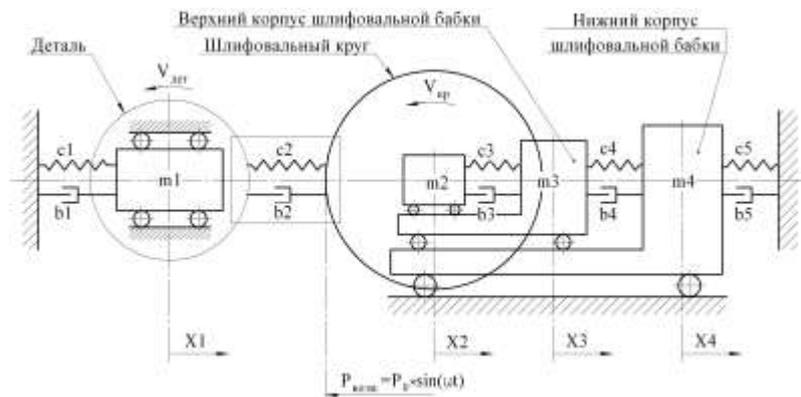


Рис. 2 - Динамическая модель вальцешлифовального станка

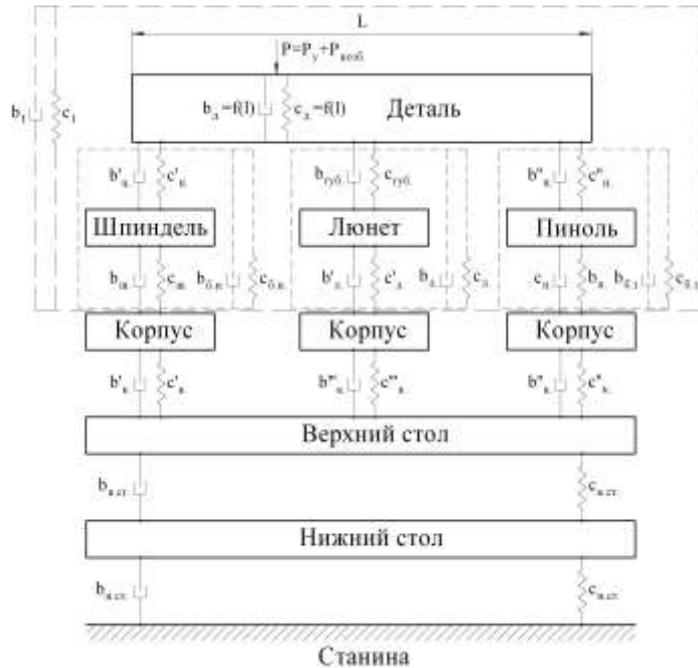


Рис. 3 - Подсистема закрепления детали

где  $c_i$  – жесткость узла, Н/м;  $T_i$  – постоянная времени демпфирования, сек.

Таким образом, получены все необходимые входные параметры для математического моделирования динамики процесса резания.

Используя динамическую модель станка, была разработана система уравнений, которая описывает динамические взаимодействия узлов станка между собой [5]:

$$\begin{cases} \ddot{x}_1 = -\left(\frac{b_1+b_2}{m_1}\right) \cdot \dot{x}_1 + \frac{b_2}{m_1} \cdot \dot{x}_2 - \left(\frac{c_1+c_2}{m_1}\right) \cdot x_1 + \frac{c_2}{m_1} \cdot x_2; \\ \ddot{x}_2 = \frac{b_2}{m_2} \cdot \dot{x}_1 - \left(\frac{b_2+b_3}{m_2}\right) \cdot \dot{x}_2 + \frac{b_3}{m_2} \cdot \dot{x}_3 + \frac{c_3}{m_2} \cdot x_3 - \left(\frac{c_2+c_3}{m_2}\right) \cdot x_2 + \frac{c_3}{m_2} \cdot x_3 + \frac{P_0 \cdot \sin(\omega t)}{m_2}; \\ \ddot{x}_3 = \frac{b_3}{m_3} \cdot \dot{x}_2 - \left(\frac{b_3+b_4}{m_3}\right) \cdot \dot{x}_3 + \frac{c_3}{m_3} \cdot x_2 - \left(\frac{c_3+c_4}{m_3}\right) \cdot x_3; \\ \ddot{x}_4 = \frac{b_4}{m_4} \cdot \dot{x}_3 - \left(\frac{b_4+b_5}{m_4}\right) \cdot \dot{x}_4 + \frac{c_4}{m_4} \cdot x_3 - \left(\frac{c_4+c_5}{m_4}\right) \cdot x_4. \end{cases}$$

Эта система уравнений является исходной для математического моделирования динамических процессов в одном из программных пакетов таких, как: Matlab, MathCad, Maple, Mathematica, Vissim, Derive и др.

Разработанная математическая модель динамики процесса резания во время перешлифовки прокатных валков позволяет оценить влияние тех или иных параметров технологической системы станка на качество обработки, а также определить резонансные частоты как отдельных узлов станка, так и системы в целом.

**Список литературы:** 1. Л. Б. Медовар. Проблемы и перспективы производства современных прокатных валков [Текст] / Медовар Л. Б., Грановский В. К. // Проблемы специальной электрометаллургии: Международный научно-теоретический и производственный журнал. – Киев, 2001. – №4 (65). – с.43-46. 2. О. І. Серховець Математичне моделювання динамічних характеристик круглошліфувального верстата [Текст] / Серховець О. І., Фесенко А. В. и др. // Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2002. – №19. – с.58-61. 3. М. Л. Орликов Динамика станков [Текст] – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 272 с. 4. С. С. Кедров Колебания металлорежущих станков [Текст]. – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с. 5. Ю. В. Петраков Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням [Текст]: Навчальний посібник. – Київ: УкрНДІАТ, 2003. – 383 с.

Надійшла до редколегії 20.01.2013

УДК 621.91

**Моделирование процесса шлифования валков прокатных станов на вальцешлифовальных станках/ А. В. Котляр, Ю. Н. Любимый // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. – № 4 (978). – С. 23-26. – Бібліогр.: 5назв.**

Запропонована методика розрахунку динамічних показників вальцешліфувальних верстатів і їх окремих вузлів таких, як жорсткість і коефіцієнт демпфування. Розроблено математичну модель, яка описує взаємодію вузлів верстата між собою.

**Ключові слова:** верстат вальцешліфувальний, динаміка, жорсткість, коефіцієнт демпфування, шліфування.

In this paper a method for calculating dynamic parameters of roll-grinding machines and their individual units, such as stiffness and damping proposed. A mathematical model, which describes the interaction of the roll grinder units, was development.

**Keywords:** roll grinding machine, dynamics, stiffness, damping, grinding.