

УДК 621.911

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПРЕДЕЛЫ ВАРЬИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ  
РЕЗАНИЯ ПРИ СТРОГАНИИ

Багдасарян Г. Б., Кохликян С. А.

Հ. Բ. Բաղդասարյան, Ս. Ա. Կոխլիկյան

Կտրման ռեժիմների օպտիմալիտետի լավագույն սահմանները ամրագրված ժամանակ

Դիտարկված է հաստացի քրթումները ամպլիտուդափոխանակախաղի քննարկների համակարգում: Ստացված են շարժման դինամիկայի հախաարտոնք և փոխանցման ֆունկցիաները: Խնդրի լուծումով արդշված են ամրագրված լավագույն ռեժիմները:

H. B. Baghdasaryan, S. A. Kokhlikyan

Optimum Limits of a Variation of Cutting Modes at Planning

Рассмотрены вибрации станка с помощью АФЧХ системы. Получены дифференциальные уравнения движения и передаточные функции. В результате решения задачи определены оптимальные режимы строгания.

Широкий спектр вынужденных колебаний, возникающих при работе металлорежущих станков от привода, неуравновешенности движущихся деталей, неравномерности снимаемого слоя, автоколебательных процессов, усложняет использование возможностей станка и инструмента, отражаясь на показателях качества поверхности. Определение пределов варьирования каждого фактора (т. е. режимы резания  $v$ ,  $s$ ,  $t$ )—трудная задача, так как при этом определяется область допустимых значений факторов. Это означает, что экспериментатор при составлении плана исследований выбирает именно ту область, которая не допускает вибраций или нежелательных явлений, какими являются поломка инструмента, образование нароста, повышение температуры резания, наконец, увеличение силы резания и т. д. Часто при составлении плана исследований экспериментаторы выбирают пределы варьирования факторов произвольно, без особого изучения приемлемой для опытов области. Отсутствие тщательного выбора пределов варьирования каждого фактора иногда может сделать опыт невыполнимым. Исходя из этого, предлагается при рассмотрении задачи по резанию металлов пользоваться методом АФЧХ вибрируемой системы.

В качестве исследуемого объекта выбирается гидрофицированный поперечно-строгальный станок 7М36. Колебания, возникающие при гидравлической передаче, представляются в виде суммы двух движений:  $Z = Z_1 + S$ , где  $Z_1$  — основное движение жесткой системы;  $S$  — дополнительное движение, связанное с упругостью системы [1]. Учитывая, что гидродинамическая подъемная сила вызывает колебания с малыми амплитудами, получим линейное дифференциальное уравнение вида

$$m\ddot{Z} + R_2 - R_1 + F_{\text{тп}} = 0 \quad (1)$$

где  $R_1 = P_1 F_1$ ,  $R_2 = P_2 F_2$  — силы, соответственно действующие на напорную и сливную полости,  $m$  — приведенная масса системы "хобот — рабочая жидкость".

Допустим, что  $F_{TP} = f\dot{Z}$ , а упругая сила  $R_2 - R_1 = R$  пропорциональна давлению рабочего органа, т. е.  $R = KZ$ . Тогда уравнение (1) принимает вид

$$m\ddot{Z} + f\dot{Z} + KZ = 0 \quad (2)$$

Общим решением этого уравнения будет

$$Z = De^{s_0 t} \cos(\omega_0 t + \beta_0) \quad (3)$$

где  $D, \beta$  – постоянные интегрирования.

Аналогично движение жесткой системы

$$Z_1 = C_1 e^{s_1 t} \cos(\omega_1 t + \beta_1) \quad (4)$$

Согласно  $S = Z - Z_1$  получим

$$S_1 = Ae^{s_1 t} \cos(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

где  $A = \frac{R_2 - R_1}{m\omega^2}$ ;  $tg\varphi = \frac{s_m(\varphi + \delta/\omega)}{\cos\varphi}$ ;  $\omega^2 = \frac{c}{m}$

$C = C_1 + C_2$ ,  $C_1$  – жесткость напорной полости гидросистем,  $C_2$  – жесткость полости гидросистем.

Вибрация при строгании, в основном, зависит от скорости резания, толщины и ширины среза, а также геометрических параметров резца.

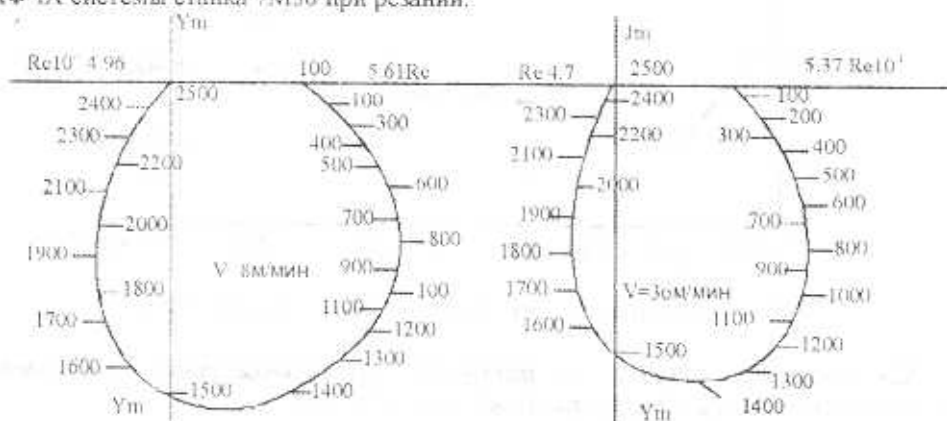
Регистрация смещений  $Z$  и  $Y$  при изменении условий резания показывает, что в направлении  $Z$  смещение намного больше, чем в направлении  $Y$ . Следовательно, при изменении скорости резания больше вибрирует резец, чем стол станка. Эта неустойчивость проявляется при изменении подачи  $S$  и глубины резания  $t$ .

Колебания при изменении режимов резания характеризуются образованием циклических стружек, вследствие чего возникает вибрация системы. Кроме того, вибрация нами исследована также с помощью АФЧХ системы при допущении, что смещение вершины резца определяется эллипсом жесткости упругой системы. Последний аналогичен эллипсу инерции сечения резца при его косом изгибе.

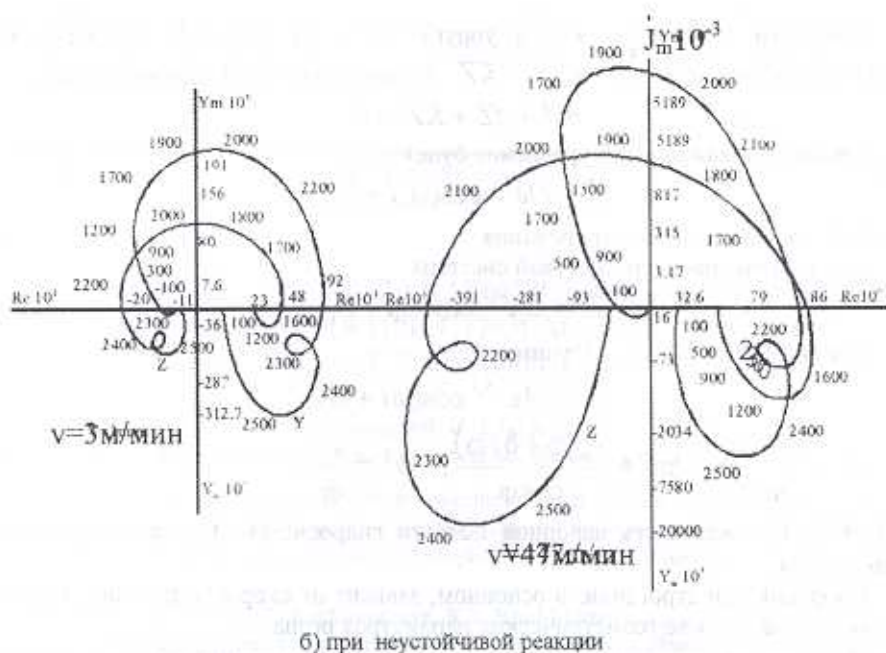
Составляя расчетную схему и решая полученные при этом линеаризованные дифференциальные уравнения данной системы, получим значения передаточных функций в следующем окончательном виде [2]:

$$W_z = \text{Re} Z - i \text{Im} Z, \quad W_y = \text{Re} Y - i \text{Im} Y \quad (6)$$

Значения  $\text{Re}_y, \text{Im}_y, \text{Re}_z, \text{Im}_z$  определяются отдельными уравнениями, вычисление которых произведено на ЭВМ. По результатам расчетов составлен график АФЧХ системы для наиболее неустойчивого случая [1]. Ниже приводятся АФЧХ системы станка 7М36 при резании.

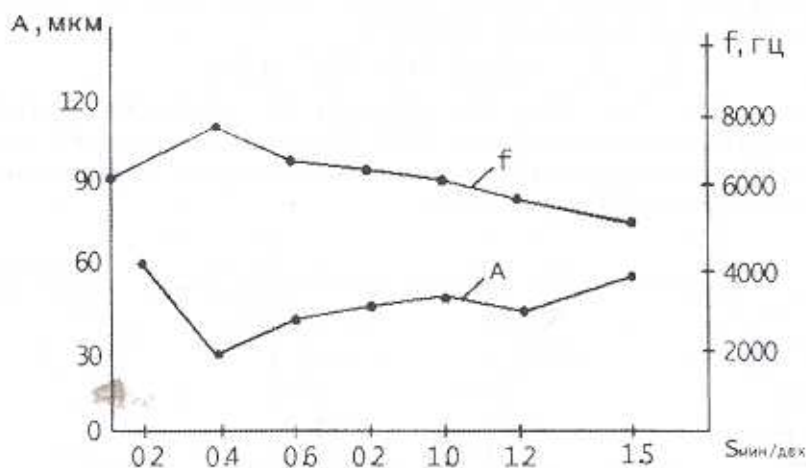


а) при устойчивой резании



Фиг. 1. АФЧХ системы станка 7М36 при резании.

В работе [2] автор установил, что основной причиной возникновения вибрации является неоднозначность толщины и ширины среза. Изучение вибрации показало, что с увеличением подачи станка амплитуда колебания интенсивно увеличивается. Однако станок почти не вибрирует при значении  $s=0,2 \dots 1$  мм/дв.х. Начиная с  $s=1$  мм/дв.х., интенсивность вибрации увеличивается (фиг. 2). Наши опыты также показали, что с увеличением глубины резания амплитуда и частота вибрации увеличиваются, а при малых значениях  $t$ , наоборот, уменьшаются (фиг. 3).

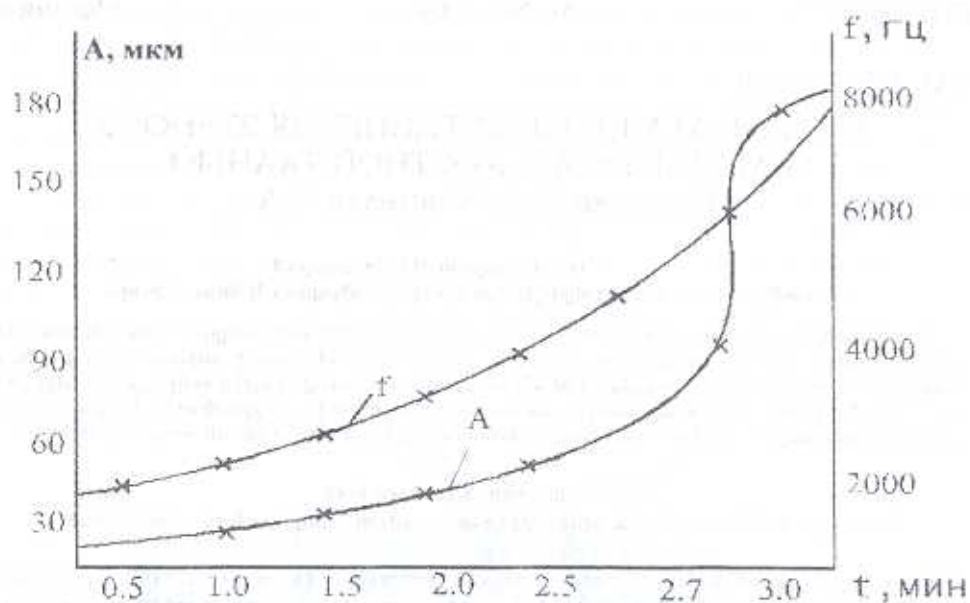


Фиг. 2. Влияние подачи на А и  $f$  при резании на станке 7М36.

Как показывают графики, для работы на строгальном станке необходимо принять следующие пределы или режимное поле для  $v, s, t$ :  
 для скорости резания – от 8 до 36 м/мин;

для подачи – от 0,2 до 10 м/мин;  
для глубины резания – от 0,5 до 2,5 м/мин.

Эти пределы режимов резания наиболее оптимальные, так как при этом не возникают вибрации системы и не происходит наростообразование.



Фиг. 3. Влияние глубины резания на А и f при резании на станке 7М36.

#### Литература

1. Багдасарян Г.Б. Изучения виброустойчивости строгального станка типа 7М36 // Изв. АН Арм ССР, сер. техн. н. 1970. Т. XXIII. №2. С. 7–13.
2. Кудинов В.А. Динамика станков. М.: Машгиз, 1967. 358 с.

Сельскохозяйственная  
Академия РА

Поступила в редакцию  
23.07.2001