

УДК 62–531.7

ДИНАМИКА ФРЕЗЕРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ

А.Н. Гаврилин, Г.И. Коровин*, П.С. Рожков*

Томский политехнический университет

E-mail: tom-gawral@list.ru

ООО «ПК МИОН», г. Томск

E-mail: pk-mion@mail.ru

Статья посвящена оптимизации режимов фрезерной обработки конструкционных сталей при использовании специального виброустойчивого инструмента оригинальной конструкции ПК МИОН, г. Томск.

Ключевые слова:

Вибрация, неравномерный окружной шаг зубьев фрезы.

Key words:

Vibration, irregular circle pitch of the mill teeth.

Задача повышения виброустойчивости технологической системы имеет одно из решающих значений при обработке конструкционных и других сталей на современных высокоскоростных станках.

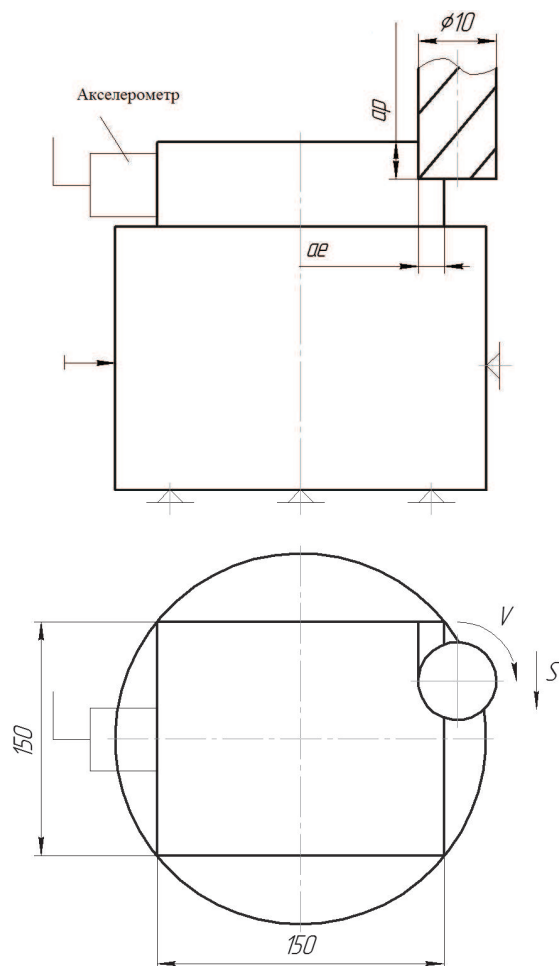


Рис. 1. Схема установки обрабатываемой детали, фрезы и акселерометра во время эксперимента

Для снижения уровня вибрации при фрезеровании проведены эксперименты посредством измене-

ния геометрии фрез и режимов фрезерования. В эксперименте варьировались следующие параметры: угол наклона винтовой канавки ω и неравномерность окружного шага зубьев фрез ϕ_{1-4} , а также режимы фрезерования, скорость резания V и подача S_z .

Следует отметить, что такой способ используется в ряде работ [1–3].

Эксперимент проводился на фрезерном станке модели MCV-400 (фирма «AMS» LTD (ACE MANUFACTURING SYSTEM LTD) производства Индии 2011 г.), фрезерованием заготовки диаметром 250 и высотой 200 мм, из стали 40X с твердостью HB 200, рис. 1.

Для оценки влияния геометрии инструмента были изготовлены три фрезы $\varnothing=10$ мм, с числом зубьев $z=4$, разным углом наклона винтовой канавки $\omega=30, 45, 60^\circ$ и неравномерным окружным шагом зубьев ϕ_{1-4} , (табл. 2), специальной конструкции ООО «ПК МИОН», г. Томск.

Режимы фрезерования, по которым проводился эксперимент, представлены в табл. 1.

Схема установки акселерометра на заготовке приведена на рис. 1 (марка акселерометра AP2037–100 ООО «Глобал Тест», Россия).

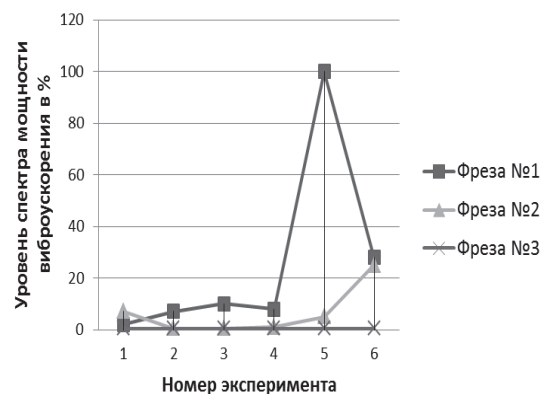


Рис. 2. Спектрограммы мощности виброускорений испытываемых фрез с параметрами эксперимента, приведенными в табл. 1

Обработка и анализ полученных данных виброускорения проводились при помощи прибора К-5101 (фирма ВИТЭКСибирь, г. Томск, Россия) и программно-математического обеспечения LabView 2011 National Instruments.

Полученные спектрограммы мощности виброускорений при фрезеровании представлены на рис. 2.

Таблица 1. Режимы фрезерования

№ эксперимента	Режимы резания		
	Скорость резания V , м/мин	Подача на зуб инструмента S_z , мм/зуб	Объём снятого материала Q , мм ³ /об
1	100	0,02	0,323
2	100	0,048	0,766
3	120	0,017	0,27
4	120	0,04	0,64
5	140	0,014	0,231
6	140	0,034	0,547

Таблица 2. Геометрические параметры фрез

№ фрезы	ω	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	Материал фрез
	град.					
1	30	92	90	88	90	Твердый сплав марки H10F фирмы Sandvik Coromant
2	45	92	88	92	88	
3	60	93	91	85	91	

Примечание: ω – угол наклона винтовой канавки фрезы, φ_{1-4} – окружной шаг зубьев фрез.

Была также проведена серия экспериментов при различных глубинах резания $a_p=2,5...14$ мм ($a_e=3$ мм – const) фрезами № 1, 2, 3 с разным углом наклона винтовой канавки ω .

На основании выполненных исследований выявлено, что при работе фрезы № 3 уровень вибрации минимален в сравнении с фрезами № 1, 2. Дальнейшие экспериментальные исследования сведены в номограмме (рис. 3), посредством которой можно выбирать оптимальные режимы для указанной фрезы с минимальным уровнем вибрации. На рис. 4 приведена зависимость амплитуды виброускорения от объёма снимаемого материала и режимов фрезерования (№ эксперимента).

Из анализа номограммы на рис. 3 и зависимости на рис. 4 определяются зоны оптимальной работы инструмента при минимальном уровне вибрации для конкретной обработки с максимальной производительностью обработки.

Выводы

1. Проведенные эксперименты показали работоспособность фрез повышенной виброустойчивости, а также перспективность дальнейшего совершенствования аппаратно-программной части и методики проведения исследований для оптимизации геометрических и технологических параметров фрез в условиях производства.
2. Установлено влияние режимов резания на уровень вибрации технологической системы (рис. 2). Уровень виброускорения обрабатываемой заготовки снизился на 70 % с увеличением угла винтовой канавки фрезы от 30 до 60 градусов.
3. Значительное повышение уровня вибрации, которое отмечено при режимах фрезерования, $n=4460$ об/мин объясняется резонансом, т. е. совпадением собственной частоты колебаний

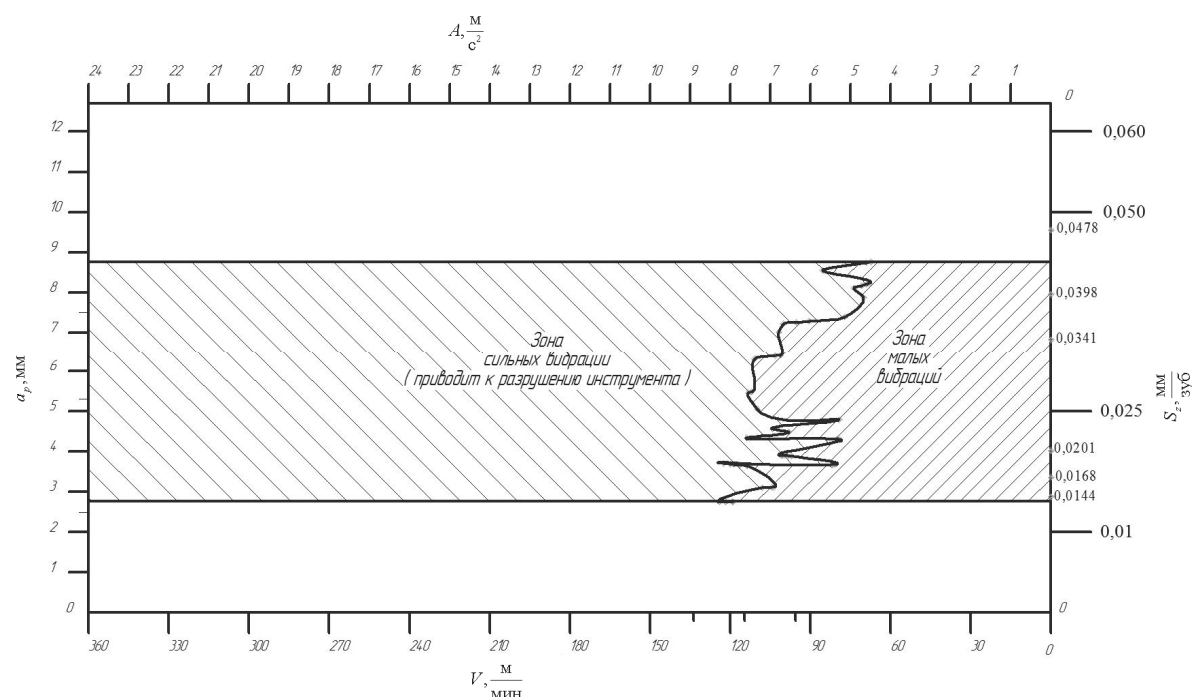


Рис. 3. Номограмма для определения оптимальных условий работы инструмента при различных глубинах резания a_p ($a_e=3$ мм – const)

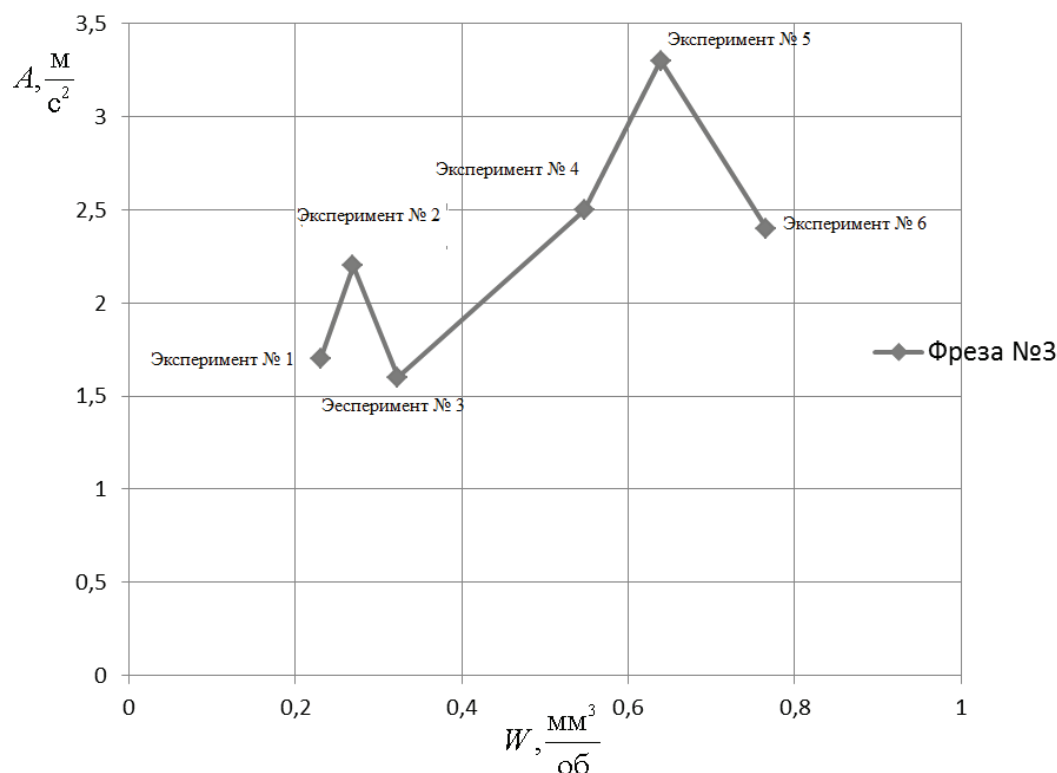


Рис. 4. Зависимость амплитуды виброускорения от объема снимаемого материала при значениях $a_p=5,3$; $a_e=3$ мм – const для фрезы № 3

одного из элементов технологической системы и частоты возбуждения $f_{\text{возб.}} = z \times n / 60$ (n – число оборотов шпинделя; z – число зубьев фрезы).

4. Наибольшее влияние неравномерного окружного шага зубьев фрез на величину вибрации отмечено для фрезы № 3. Это можно объяснить динамическим эффектом «быстрого» прохождения колебательной системы инструмента че-

рез резонансную частоту, что приводит к значительному снижению уровня вибрации [3. место эффект «виброгашения».

5. Полученные данные позволяют определять зоны оптимальной работы инструмента при минимальном уровне вибрации с максимальной производительностью и стойкостью режущего инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивович В.А., Онищенко В.Я. Защита от вибраций в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
2. Андреев В.Н., Боровский Г.В., Боровский В.Г., Григорьев С.Н. Инструмент для высокопроизводительного и экологически чистого резания. – М.: Машиностроение, 2010. – 479 с.

3. Вибрация в технике: Справочник в 6 т. Т. 6 / под ред. В.Н. Челомея. – М.: Машиностроение, 1978. – 456 с.
4. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом. – М.: Машиностроение, 1986. – 180 с.

Поступила 11.03.2013 г.