

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Джемилов Э.Ш.<sup>1</sup>, Бекиров Э.Л.<sup>2</sup>, Эмирасанов А.М.<sup>3</sup>

Email: Dzhemilov1135@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Джемилов Эшреб Шефикович – кандидат технических наук, доцент;

<sup>2</sup>Бекиров Эскендер Латиф оглы – аспирант;

<sup>3</sup>Эмирасанов Алим Муртазаевич – магистрант,  
кафедра технологии машиностроения,

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Республики Крым  
Крымский инженерно-педагогический университет,  
г. Симферополь

**Аннотация:** в статье представлена методика измерения параметров, определяющих жесткость технологической системы при торцевом фрезеровании конструкционной стали 45 с использованием динамометра трехкомпонентного М30-3-6к и индукционного датчика приближения XS4-P12AB110, оснащенных программным обеспечением, схемой измерения сил резания и колебаний станка при торцевом фрезеровании, экспериментальном стенде, а также результаты шероховатости обработанной поверхности и жесткости вертикально-фрезерного станка 6P11, в зависимости от глубины резания.

**Ключевые слова:** жесткость технологической системы, торцевое фрезерование, шероховатость обработанной поверхности, силы резания.

## INVESTIGATION OF THE HARDNESS OF THE TECHNOLOGICAL SYSTEM AT THE FACE MILLING

Dzhemilov E.Sh.<sup>1</sup>, Bekirov E.L.<sup>2</sup>, Emirasanov A.M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dzhemilov Eshreb Shefikovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

<sup>2</sup>Bekirov Eskender Latif ogly - Graduate Student;

<sup>3</sup>Emirasanov Alim Murtazaevich - Master Student,

DEPARTMENT OF MACHINE BUILDING TECHNOLOGY,

STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

CRIMEAN ENGINEERING-PEDAGOGICAL UNIVERSITY,

SIMFEROPOL

**Abstract:** the paper presents a technique for measuring parameters that determine the rigidity of a technological system for end milling of structural steel 45 using a three-component dynamometer M30-3-6K and an inductive proximity sensor XS4-P12AB110 equipped with software, a cutting force and machine oscillation measurement system for face milling, experimental stand, as well as the results of the roughness of the treated surface and the rigidity of the vertical milling machine 6P11, depending on the depth of cut.

**Keywords:** rigidity of the technological system, face milling, roughness of the treated surface, forces of cutting.

УДК 621.9.06

Погрешности обработки на станке, возникающие в результате смещения элементов станочной системы под действием внешних сил, определяются жесткостью системы в направлении вектора действующей силы. Основным компонентом жесткости технологической системы (ТС) является станок. А.П. Соколовский [1] назвал жесткостью ТС отношение составляющей  $P_y$  силы резания к перемещению по оси  $Y$ , определенному при действии полной силы резания  $P_0$ . Это определение жесткости системы является составляющей теоретических зависимостей для определения показателей качества деталей машин при обработке (точность размеров, отклонение формы, шероховатость, волнистость поверхности и др.).

Проблемами влияния динамической жесткости и виброустойчивости станков на точность обработки в условиях вибраций при резании и колебаниях станков посвящены работы Б.М. Бржозовского [2], А.А. Игнатъева [3], М.Е. Эльясберга [4] и других ученых.

Определение жесткости технологической системы, ее связь с шероховатостью обрабатываемой поверхности и разработки рекомендаций по улучшению качества деталей является актуальной задачей.

Основой машиностроительного производства являются металлорежущие станки. Для обеспечения точности и качества обработки к оборудованию предъявляются высокие требования.

На базе научно-исследовательской лаборатории кафедры технологии машиностроения Крымского инженерно-педагогического университета разработан способ определения жесткости технологической системы в процессе торцевого фрезерования. Схема измерения представлена на рис. 1.

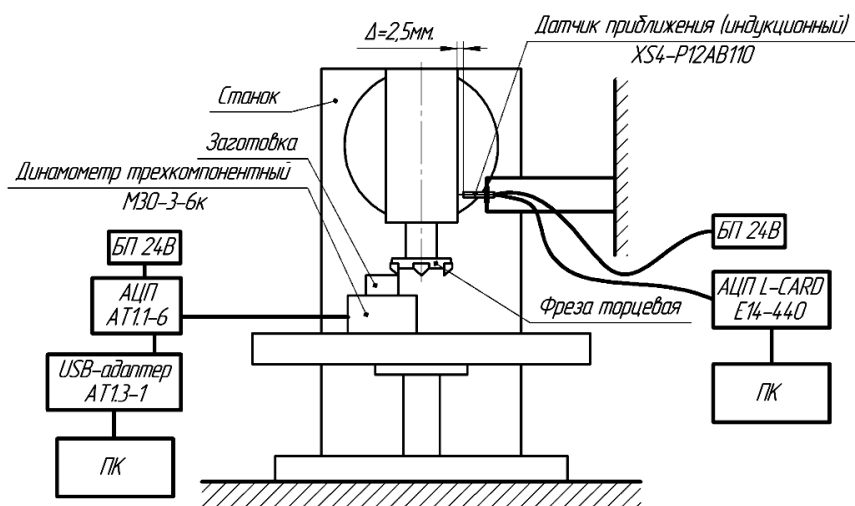


Рис. 1. Схема измерения сил резания и колебаний станка при торцевом фрезеровании

На основе разработанной схемы измерения создана экспериментальная установка, позволяющая определять силы резания и колебания оборудования при помощи, соответственно, динамометра трехкомпонентного М30-3-6к и индукционного датчика приближения XS4-P12AB110, оснащенных программным обеспечением (рис. 2).



а



б



в

Рис. 2. Экспериментальная установка:  
а – общий вид; б - динамометр трехкомпонентный М30-3-6к;  
в - индукционный датчик приближения XS4-P12AB110

Для проведения исследований в качестве оборудования использовался вертикально-фрезерный станок мод. 6Р11.

В качестве материала при проведении экспериментов была использована сталь 45 (НВ 229) по ГОСТ 1050–88.

Применяемый режущий инструмент – фреза торцевая Ø100 мм с твердосплавными пластинами Т15К10.

Режимы резания соответствовали производственным: частота вращения –  $n = 630$  об/мин, подача стола –  $S_m = 35$  мм/мин.

На основании полученных данных построены графики шероховатости вдоль обработанной поверхности (рис.3) и жесткости станка в зависимости от глубины резания (рис. 4).

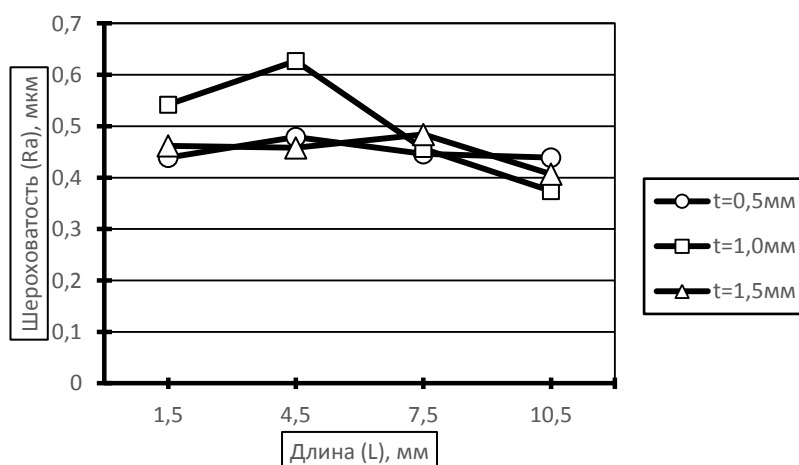


Рис. 3. Шероховатость обработанной поверхности после торцевого фрезерования

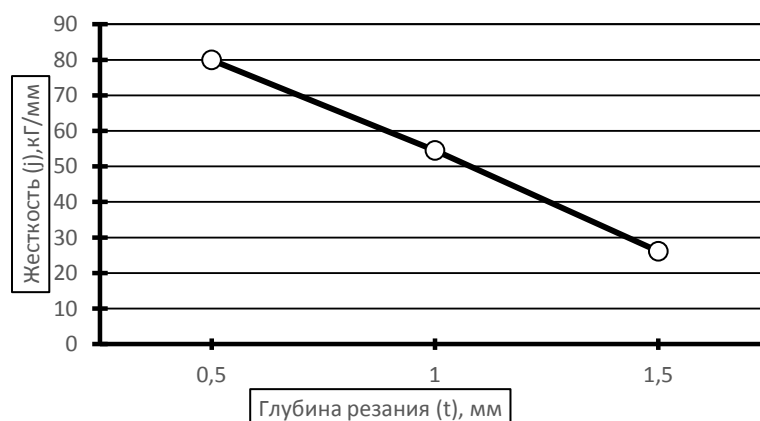


Рис. 4. Жесткость вертикально-фрезерного станка 6P11 в зависимости от глубины резания

Полученные экспериментальные данные и представленные графические зависимости показывают, что с увеличением глубины резания жесткость станка снижается. Предлагаемая методика позволяет установить в динамике жесткость не только станка, но и всей технологической системы с возможностью применения для различных видов обработки.

#### Список литературы / References

1. Соколовский А.П. Расчеты точности обработки на металлорежущих станках. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1952. 289 с.
2. Бржозовский Б.М. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для вузов / Б.М. Бржозовский [и др.]; под ред. Б.М. Бржозовского. - 3-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол: ТНТ, 2012. 351 с.
3. Игнатъев С.А. Автоматизированный контроль динамических характеристик станков как один из элементов системы мониторинга технологического процесса / С.А. Игнатъев, В.А. Добряков, А.А. Игнатъев // Вестник СГТУ (Автоматизация и управление), 2004. № 1 (2). С. 99-108.
4. Эльясберг М.Е. Автоколебания металлорежущих станков: Теория и практика / М.Е. Эльясберг. СПб.: Особое КБ станкостроения, 1993. 180 с.