

СТАНКИ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ. 20 ЛЕТ СПУСТЯ

А.В. Лобанов, А.В. Евсеев, М.С. Парамонова

Проведен сравнительный анализ прогнозов и реальных изменений электронной, электрической и механической частей станков с ЧПУ за последние 20 лет.

Ключевые слова: станок с ЧПУ, отказ.

В начале 90-х годов специалистами, занимавшимися ремонтом и обслуживанием станков с ЧПУ, прогнозировалось следующее.

1. Дальнейшее совершенствование электроники приведет к её практической безотказности. Электронные блоки станут одноразовыми и неремонтопригодными, ремонт систем ЧПУ сведется к замене неисправного блока новым. Появление "умной" электроники, способной к самодиагностике. Вследствие вышеуказанной работы у инженера-электроника существенно убавится. Высококвалифицированные инженеры-электронники к обслуживанию станков с ЧПУ привлекаться не будут, вместо них достаточно будет техника-электроника или электрика-электроника. Электроник же (один на несколько десятков станков) будет тестировать системы ЧПУ, сидя в кабинете, по системам беспроводной связи. Механическая система станка переживет 2 – 3 системы ЧПУ.

2. Интенсификация режимов резания, с одной стороны, вкупе с экономией металла (закладка коэффициентов запасов по прочности на уровне предельно допустимых значений) приведет к снижению жесткости, малому сроку службы основного технологического оборудования (2 – 3 года при многосменном использовании, до 6 лет при односменной работе). Исходя из вышесказанного, делались два прямо противоположных вывода. Первый вывод – механическая часть станка станет ломкой и работы у механиков заметно прибавится, первым к станку будет подходить механик, а не электроник, механику надо будет быть уже механиком-электриком или механиком-электроником. Второй вариант развития событий – станок станет одноразовым, в принципе не предназначенным для капитального ремонта, на долю механиков останутся мелкий ремонт и техническое обслуживание, и в крайних случаях (при вызванных грубыми нарушениями правил эксплуатации серьезных авариях) средний ремонт.

3. Функции логической контактной и бесконтактной электроавтоматики в станках все больше будет осуществлять электроника и, как следствие, количество такой электроавтоматики в станке сведется к минимуму (останутся конечные выключатели на станке, а в электрошкафу будет только силовая электроавтоматика). Система ЧПУ сможет полностью диагностировать электрическую часть станка. Силовая контактная станет од-

норазовой, выпускаемой в колодочно-штекерном исполнении, и её замена будет происходить лёгким движением руки. Вместо электрика соответствующую часть станка сможет обслуживать механик-электрик. Электрик же будет отвечать за подводку напряжения к станку, заземление. Со времени озвучивания данных прогнозов прошло уже более 20 лет и интересно посмотреть, как они сбылись.

Был проведен сбор статистики отказов различных систем 37 станков с ЧПУ за 2013 – 2016 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Количество отказов электронной, механической и электрической частей станков с ЧПУ

Индекс станка	Страна-производитель, фирма	Система ЧПУ	Возраст, лет	Кол-во единиц	Количество отказов, общее/в пересчете на один станок		
					электроника	механика	электрика
1	2	3	4	5	6	7	8
Фрезерные станки и обрабатывающие центры для деталей корпусного типа							
A-600	Тайвань, ARES SEIKI	Mitsubishi\64S	12	2	12/6	5/2,5	
V-30	Тайвань, Takumi	FANUC	10	1	6	2	
V-20	Тайвань, Takumi	FANUC	8	3	8/2,67	2/0,67	
FMH-400	Тайвань, FEELER	FANUC	8	1	6	2	1
DMU-70	Тайвань, DMG MORI SEIKI	Sinumeric	3	1	2	1	
Fadal	США, Fadal	CNC88HC	19	1	6	2	
MC12-250	СССР	МАЯК 600	29	2	2/1	1/0,5	
MC12-250	СССР	МАЯК 500	28	1	3		
MC12-250	Россия	МАЯК 600	17	2	7/3,5		
MC12-250	Россия	МАЯК 600	16	1	1		
ОЦ1И22	СССР	МАЯК 600	31	1	3	1	1
ОЦ1И22	СССР	МАЯК 42	29	1	6	1	1
ОЦ1И22	Россия	МАЯК 42	23	1	4		1
ОЦ1И22	Россия	МАЯК 42	18	1	10	3	2
ОЦ1И22	Россия	МАЯК 600	10	1	7	1	1

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
BM-501	Россия	МАЯК 500	14	3	11/3,67	6/2	1/0,67
BM-501	Россия	МАЯК 600	11	1	2	1	
BM-501	Россия	МАЯК 600	8	2	3/1,5	3/1,5	1/,05
Токарные станки							
ЛА155	СССР	НЦ-31	30	1	21	1	
ЛА155	СССР	НЦ-31	26	1	19	4	
ЛА155	Россия	НЦ-31	14	1	16		
T-6	<i>Тайвань, Leadwell</i>	FANUC	8	1	12	2	1
T-6	Тайвань, Leadwell	FANUC	6	1	5	1	
NG-200	Герма- ния, NG- 200	Sinumeric	10	1	12	4	
T-6M	Тайвань, Leadwell	FANUC	8	1	3		
CTX alpha 500	Китай, отвер- точная сборка Улья- новск	Sinumer- ic840SL	3	2	12/6	10/5	3/1.5
Шлифовальные станки							
Kel-Viva UR 175/1000	<i>США, Kellenber ger</i>	Heidenhain	3	1	1		
B3-452Ф4	Россия	Sinumeric	16	1			

На основании полученных данных построен график среднего числа отказов электронной, механической и электрической частей станка с ЧПУ в зависимости от возраста станка (рис. 1).

На основе анализа графика можно сделать следующие выводы.

Количество отказов всех частей станка с ЧПУ с увеличением срока службы ожидаемо возрастает. Некоторое падение числа отказов механической и электрической частей станков, находящихся в эксплуатации длительное время, объясняется следующим:

- отслужившие свое время узлы, наиболее подверженные поломкам, заменены новыми при средних или капитальных ремонтах;

- вследствие неизбежного падения жесткости и точности старое оборудование эксплуатируется на более щадящих режимах резания.

Наиболее проблемной частью станка с ЧПУ по-прежнему остается электроника. Возрастание надежности отдельных электронных элементов нивелируется усложнением электронной части станка в целом.

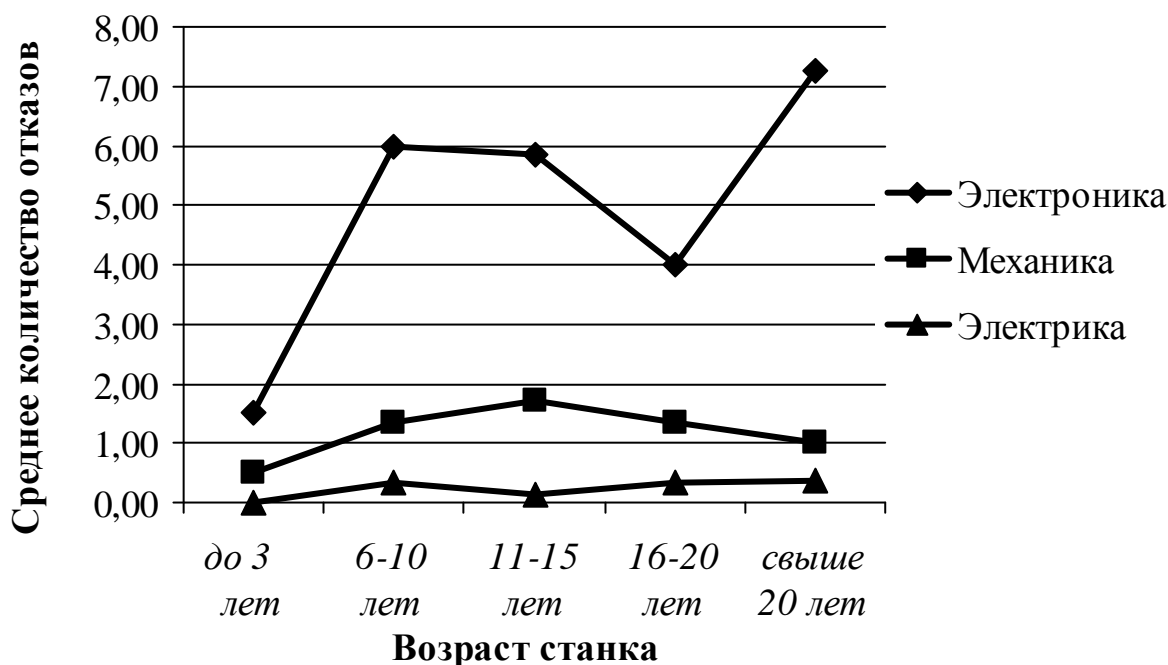


Рис. 1. Зависимость числа отказов электронной, механической и электрической частей станка с ЧПУ от возраста станка (без учета станков китайского производства)

Срок службы современных станков с ЧПУ закладывается ведущими (не китайскими) производителями порядка 5 – 7 лет (в зависимости от сменности работы), и подавляющее большинство современных систем ЧПУ также рассчитаны на аналогичный срок службы (см. рис. 1).

Большинство отказов связано с электронной частью станка. Современная система ЧПУ способна эффективно диагностировать только себя, а не весь станок. Так что первым к отказавшему станку по-прежнему подходит инженер-электроник. Станок с ЧПУ остается технически сложным и дорогостоящим оборудованием, которое экономически неэффективно делать одноразовыми. Исключением из этого правила являются станки китайского производства, начинающие «сыпаться» через 2 – 3 года интенсивного использования. Отвёрточная сборка станков китайского производства в России целесообразна только как средство получения техдокументации и технологии для дальнейшего налаживания собственного производства. Контактная электроавтоматика станков с ЧПУ действительно является надежной и простой и по большей части неремонтопригодной. Срок её службы сопоставим со сроком службы самого станка, поэтому нет необходимости перехода к штекерному быстросъёмному исполнению контактной электроавтоматики.

Интенсификация процессов резания не приводит к существенному увеличению нагрузки на приводы станка, т.к. увеличение скорости резания сопровождается уменьшением припуска. В результате диапазон регулирования частоты вращения шпинделя расширяется вверх при сохранении мощности. Была проанализирована динамика изменения мощности и диапазонов регулирования приводов главного движения на примере токарных станков с максимальными диаметрами обрабатываемых заготовок в пределах 500...600 мм (рис. 2, табл. 2).

Таблица 2

Мощность и максимальная частота вращения приводов главного движения токарных станков с ЧПУ разных годов выпуска

Модель станка	Год выпуска	Максимальный диаметр обрабатываемой заготовки, мм	Мощность привода главного движения, кВт	Максимальная частота вращения, мин ⁻¹
Б16Д25	1989	500	11	2000
Schaublin 130 CNC	1991	500	14	6000
МК6801Ф3	1996	640	11	3500
16А20Ф3	2000	550	10	2500
ВСТ-625СNC-2	2002	500	12	2240
АТ-320ПН	2003	500	18,5	2800
Hyundai HIT 30S	2003	510	15	3000
LB3000 EX	2005	580	15	5000
Б16В275Ф3	2007	500	11	6000
Doosan S 310 NM	2007	500	15	4500
1728 CNC	2008	550	18	4000
STL-400/1000	2009	585	18.5	3500
STL-400/1000	2009	585	18.5	3500
Б16Н220Ф3-1	2010	500	11	6000
HARDINGE GS 250 L,	2012	590	18.5	3500
BUFFALO LT-42	2012	500	11	6000
КДСК-25 CNC	2014	500	11	5000
СА500СФ3	2014	500	15	3500
200НТ	2015	500	12	4000
T250 CNC	2016	550	12	4500

Анализ результатов подтверждает вышеизложенное. Прирост мощности приводов главного движения произошел на рубеже веков и был связан с отказом от использования механических коробок скоростей для расширения диапазона и повышения крутящего момента на малых частотах вращения.

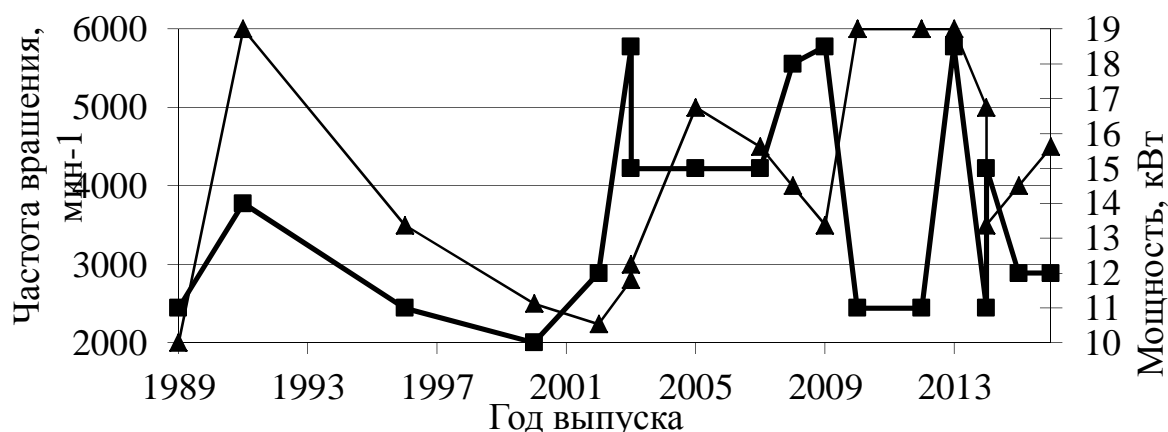


Рис. 2. Динамика изменения мощности (■) и максимальной частоты вращения (▲) приводов главного движения токарных станков с ЧПУ разных годов выпуска

Общий вывод – квалифицированные специалисты, область профессиональной деятельности которых связаны с эксплуатацией станков с ЧПУ, по-прежнему остаются востребованными. Небольшое снижение объема работы, обусловленное повышением надежности оборудования, компенсируется увеличением доли станочного оборудования с ЧПУ. Поэтому специалисты, выпускаемые кафедрой ТМС по направлениям 15.03.05 “Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств” и 15.03.04 “Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении”, остаются по-прежнему востребованными.

Лобанов Александр Владимирович, канд. техн. наук, доц., ablobanob@mail.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет,

Евсеев Алексей Владимирович, канд. техн. наук, доц., ews1972@mail.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет,

Парамонова Маргарита Сергеевна, студент, rita.paramonova.92@mail.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет

MACHINES WITH NUMERICAL CONTROL. 20 YEARS LATER

A.V. Lobanov, A.V. Evseev, M.S. Paramonova

A comparative analysis of the forecasts and the actual changes of electronic, electrical and mechanical parts of CNC-machines over the last 20 years was made.

Key words: CNC-machine, failure.

Lobanov Aleksandr Vladimirovich, candidate of technical sciences, docent, ablobanob@mail.ru, Russia, Tula, Tula State University,

Evseev Alexey Vladimirovich, candidate of technical sciences, docent, ews1972@mail.ru, Russia, Tula, Tula State University,

Paramonova Margarita Sergeevna, student, rita.paramonova.92@mail.ru, Russia, Tula, Tula State University