

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э.Баумана
кафедра «Технологии обработки материалов»

МОДЕРНИЗАЦИЯ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА СТАНКА ТПК – 125 ВМ

Студент: Некрасов Д.М. Группа: МТ13-31М

Научный руководитель: Есов Валерий Балахметович

2018 г.

Цель и задачи научно-исследовательской работы

Цель: Модернизация опор шпиндельного узла токарного станка ЧПУ «ТПК-125 ВМ».

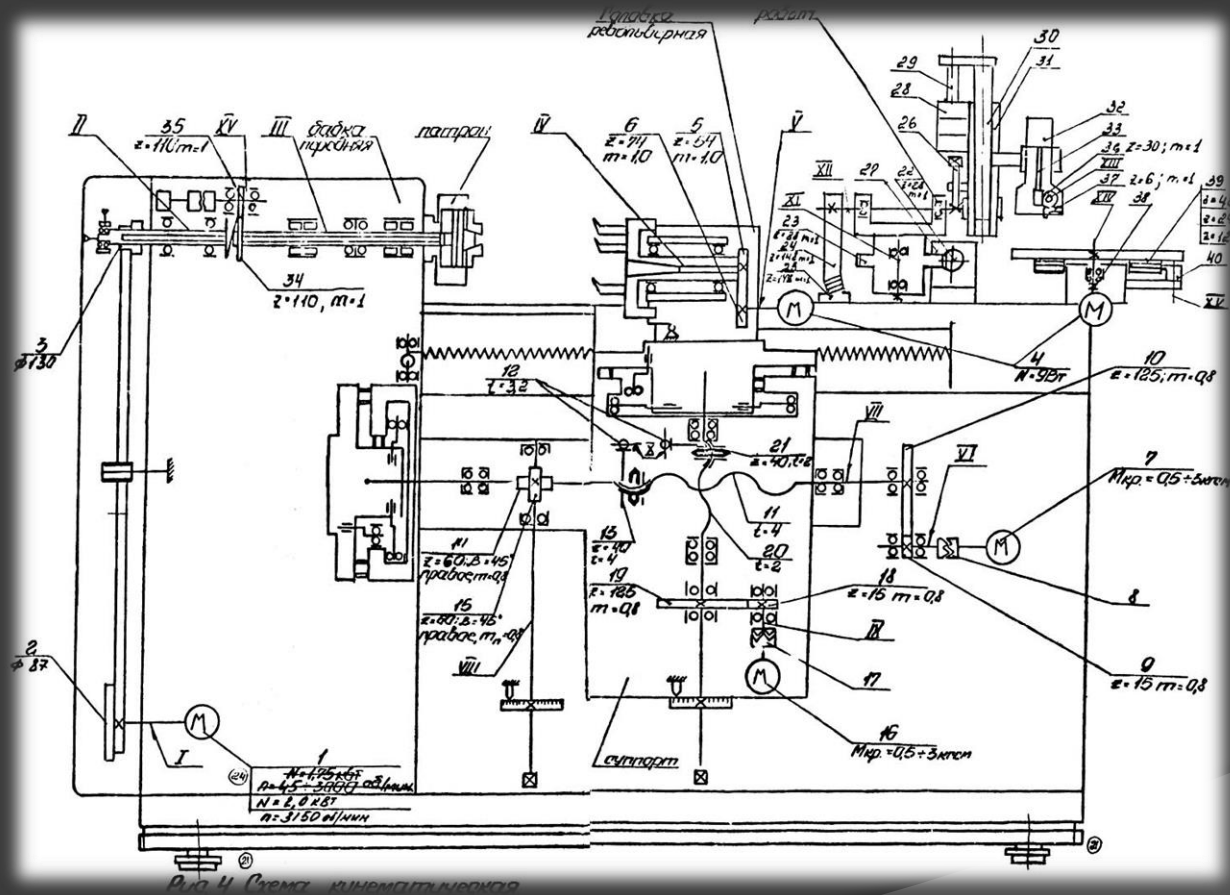
Задачи :

- Анализ рынка станкостроения в России.
- Анализ принципа работы токарно – винторезного станка ТПК – 125 ВМ.
- Диагностика состояния шпиндельного узла с ременным приводом.
- Демонтаж шпиндельного узла из передней бабки станка
- Выбор и разработка варианта модернизации компоновки опор шпиндельного узла
- Сборка узла с учетом модернизации опор
- Повторная диагностика станка
- Анализ полученных данных и вывод о целесообразности изменения опор шпиндельного узла

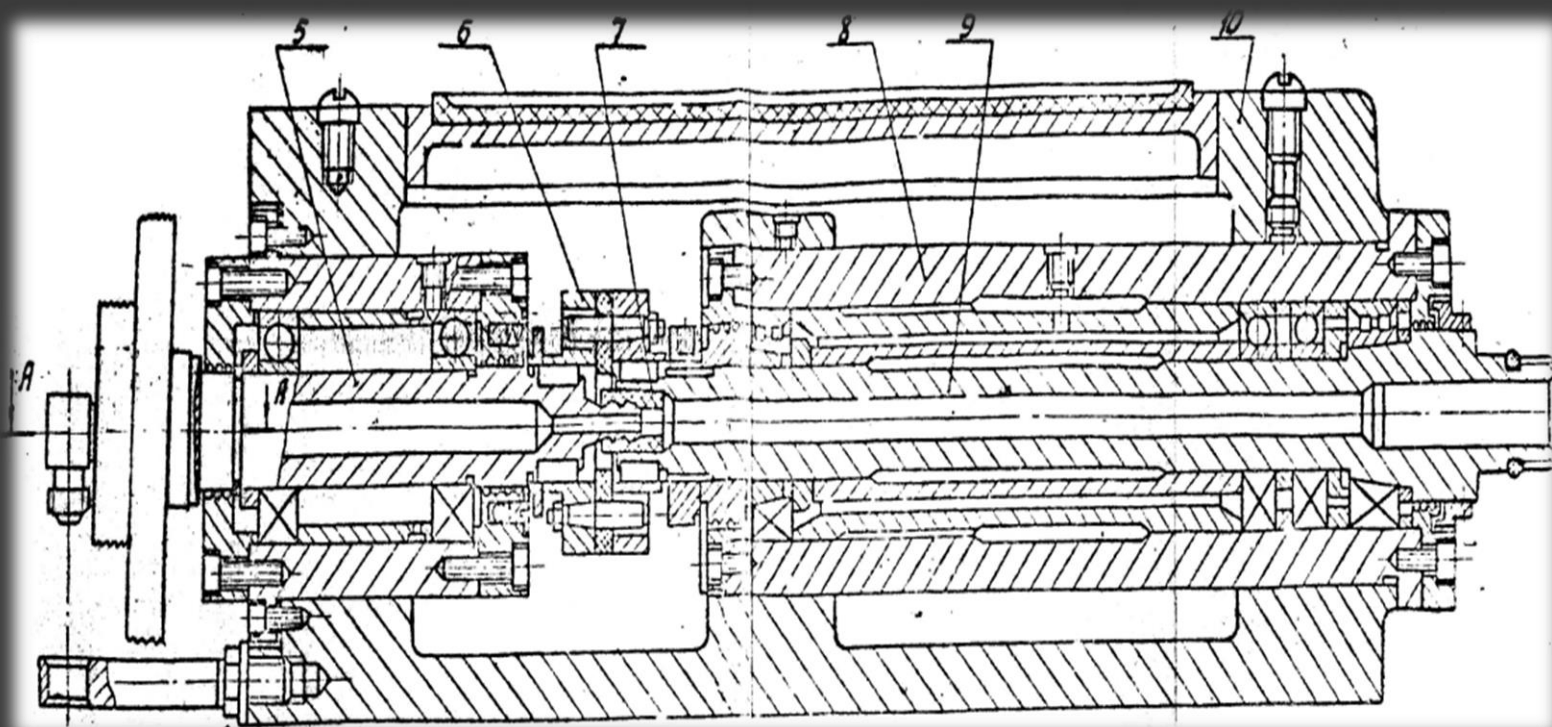
Токарно – винторезный станок ТПК – 125 ВМ



Кинематическая схема станка ТПК – 125 ВМ



Шпиндельный узел базовой комплектации



Диагностика состояния шпиндельного узла

1) Точностные параметры конуса вала

2) Уровень вибрации

Универсальный портативный
анализатор вибрации
фирмы ДИАМЕХ модели АГАТ-М



Индикатор часового типа
фирмы MarTest.

3) Температура задней и передней
опоры шпиндельного узла



Пирометр FLUKE 62MAX

Полученные данные

1) Результаты измерений:

- Радиальное биение конуса под патрон- 3 мкм (допуск -3 мкм);
- Осевое биение торца конуса под патрон - 2 мкм (допуск - 3 мкм);
- Осевая жесткость системы шпиндельного узла – 1 (допуск -0 мкм) мкм;
- Радиальная жесткость шпиндельного узла – 3 (допуск -0 мкм) мкм.

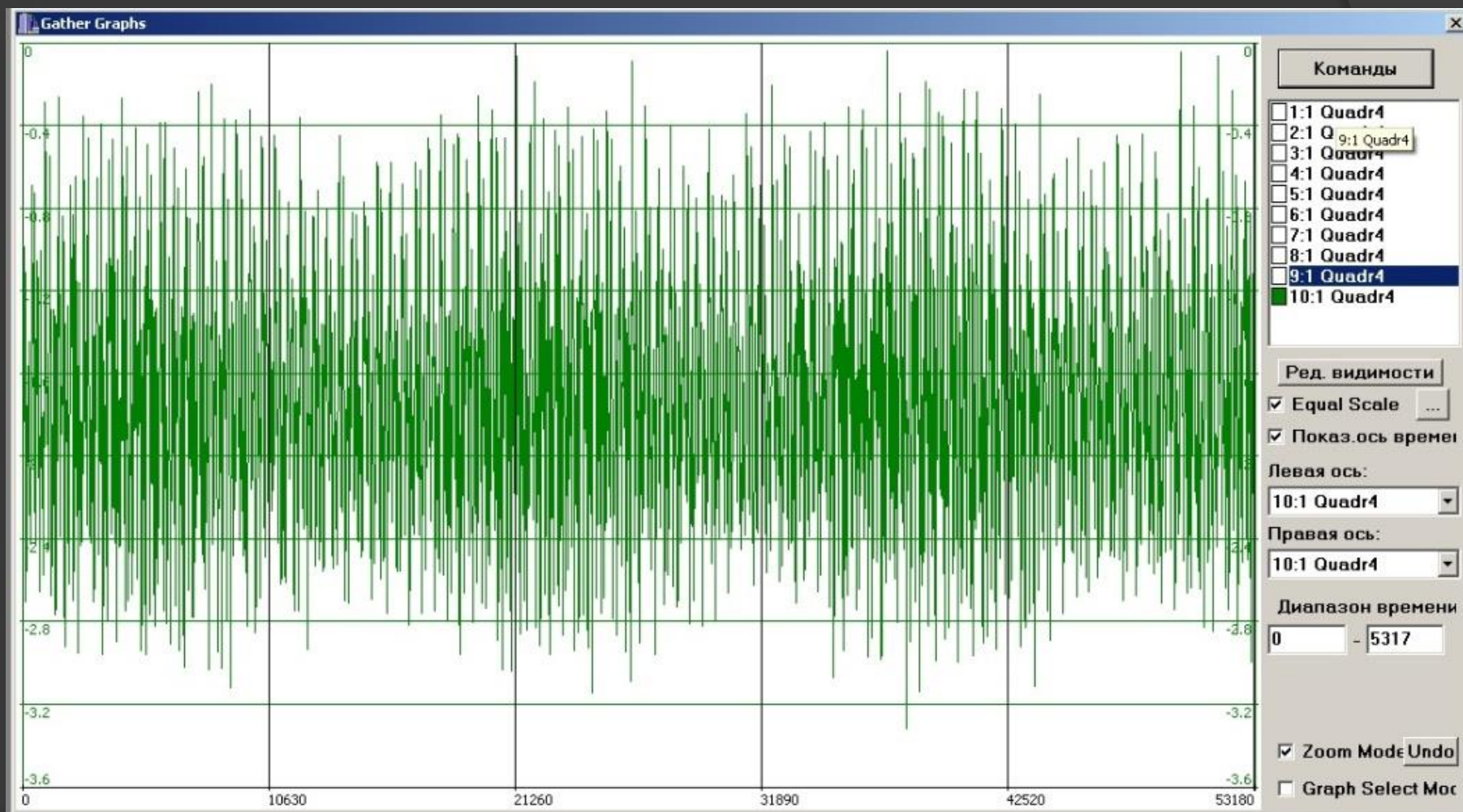
2) Вибрация передней опоры при $n=1600$ об/мин составила 0,55 мм/с, а задней – 0,60 мм/с. Ременная передача от двигателя оказывает дополнительную вибрацию. Дальнейший разгон шпиндельного узла невозможен в связи с шумом в подшипниках и ремня.

3) Температура передней опоры – 29 °С, задней - 31 °С.

4) Повышенный уровень шума, вызванный перемещением ремня по шкивам.

5) Получена зависимость крутящего момента двигателя постоянного тока от времени.

Изменение крутящего момента двигателя постоянного тока от времени при 1400 об/мин.



Выводы:

- 1) Ременная передача оказывает дополнительную вибрацию на шпиндельный узел, что в результате приводит к ухудшению чистоты обработанных деталей
- 2) Повышен уровень шума вблизи станка, что негативно сказывается на оператора станка.
- 3) Резкие скачки крутящего момента двигателя постоянного тока свидетельствуют о кратковременных высоких нагрузках на двигатель, вызванные проскальзыванием и сильной вибрацией ремня.
- 4) Диагностика состояния шпиндельного узла говорит об выработке подшипников. Рекомендуется комплексный ремонт шпиндельного узла. Дальнейший разгон шпинделя невозможен.

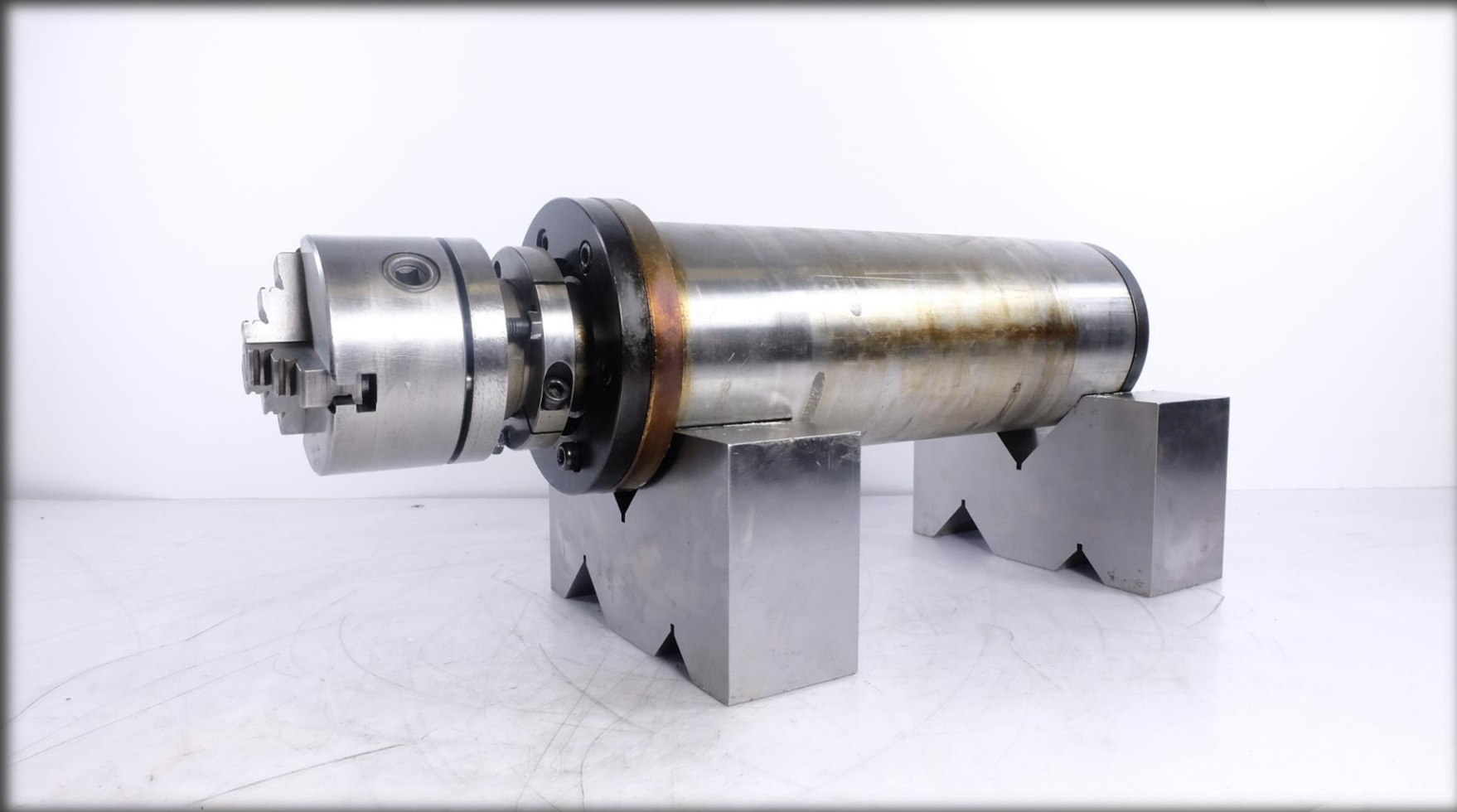
Демонтаж шпиндельного узла передней бабки станка.



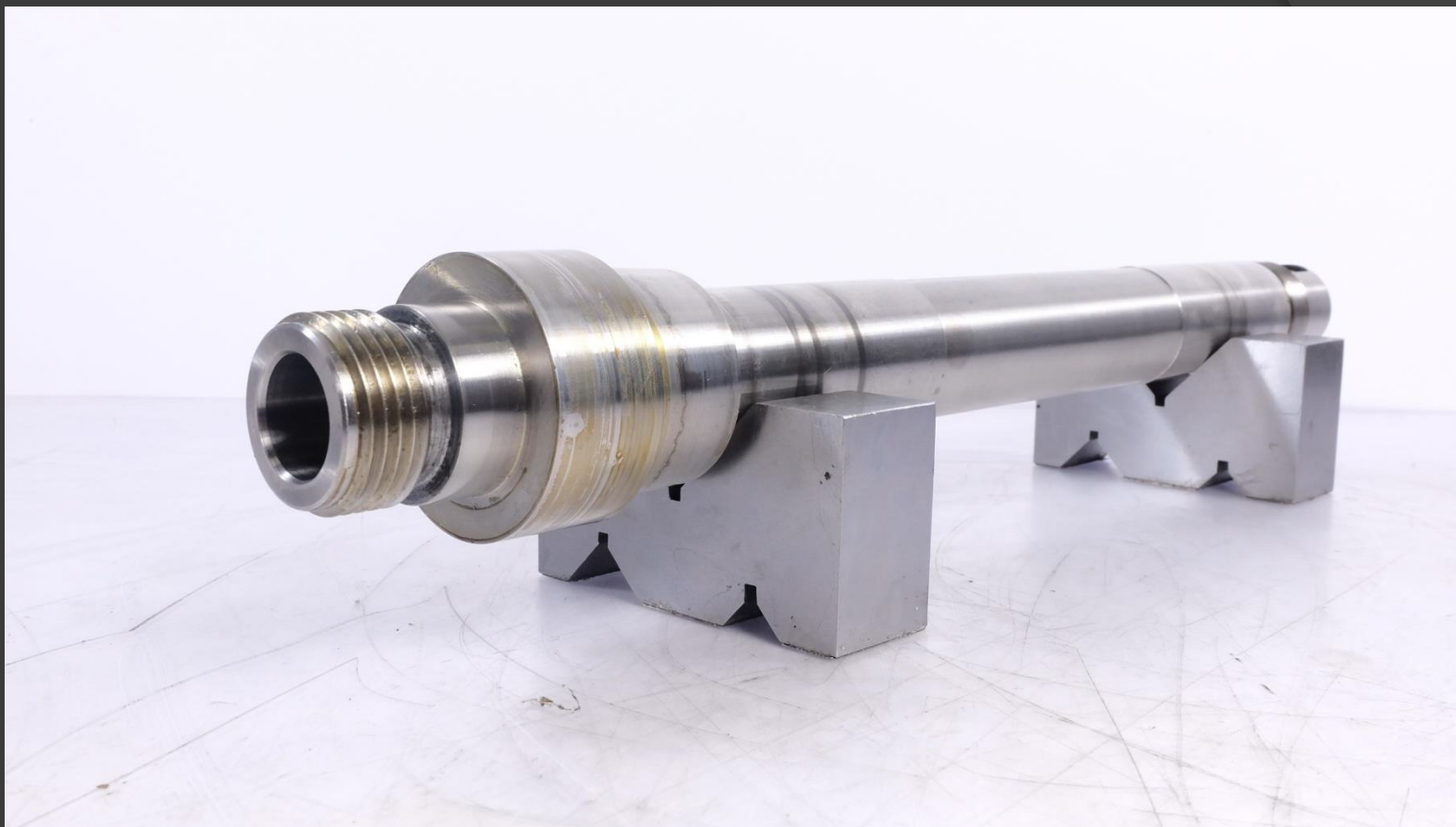
Соединение двух валов
посредством муфты
с упругим элементом.

Демонтаж шпиндельного узла передней бабки станка заключался в следующем:

- Освобождение шкива от ремня
- Снятие шкива с вала
- Отсоединение муфты
- Демонтаж стакана поддерживающей опоры из посадочного места станка
- Демонтаж основного шпинделя из посадочного места передней бабки

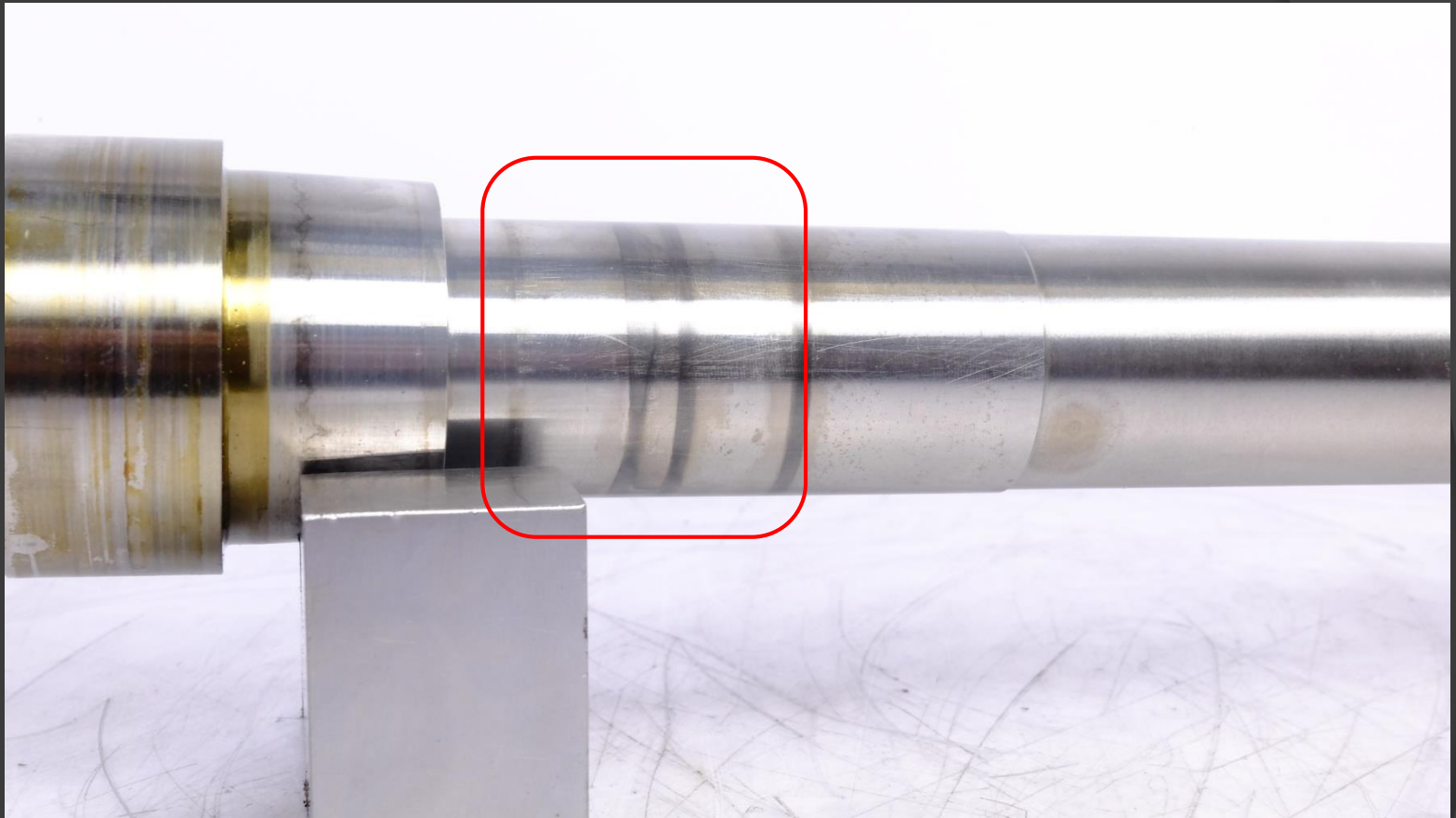


Общий вид шпиндельного узла



Общий вид вала

Торцевое биение торца под подшипники – 1 мкм. Посадка под передний подшипник – коническая для регулирования радиального зазора в роликовом двухрядном подшипнике 2-3182112 ГОСТ7634-75 60x95x26. Размер посадки передней опоры $\text{Ø}40^{+0.015}_{-0.010}$, размер посадки задней опоры $\text{Ø}40^{+0.015}_{-0.010}$. Присутствуют следы фреттинг – коррозии (Радиальное биение шеек вала под подшипники 1 мкм).

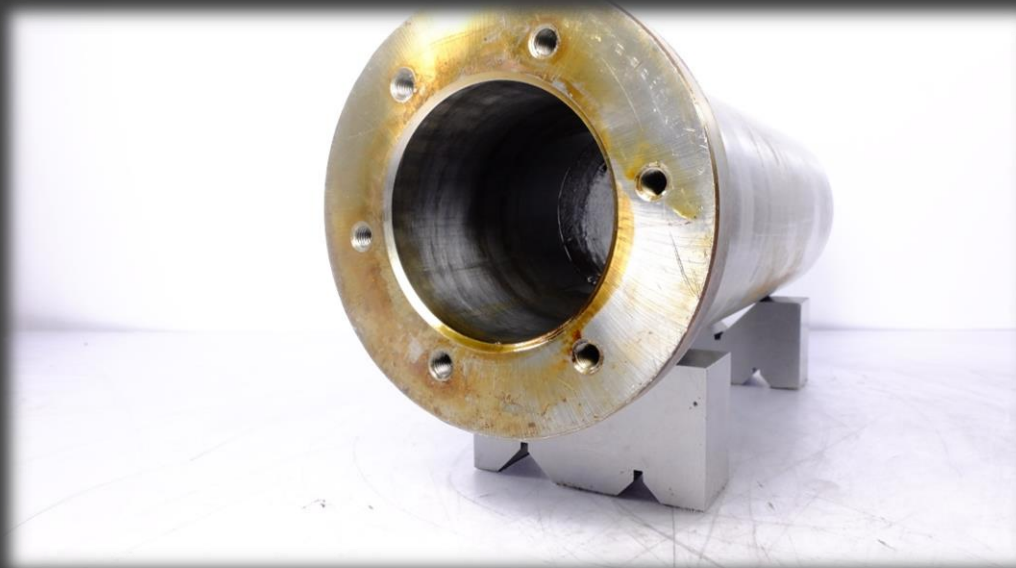




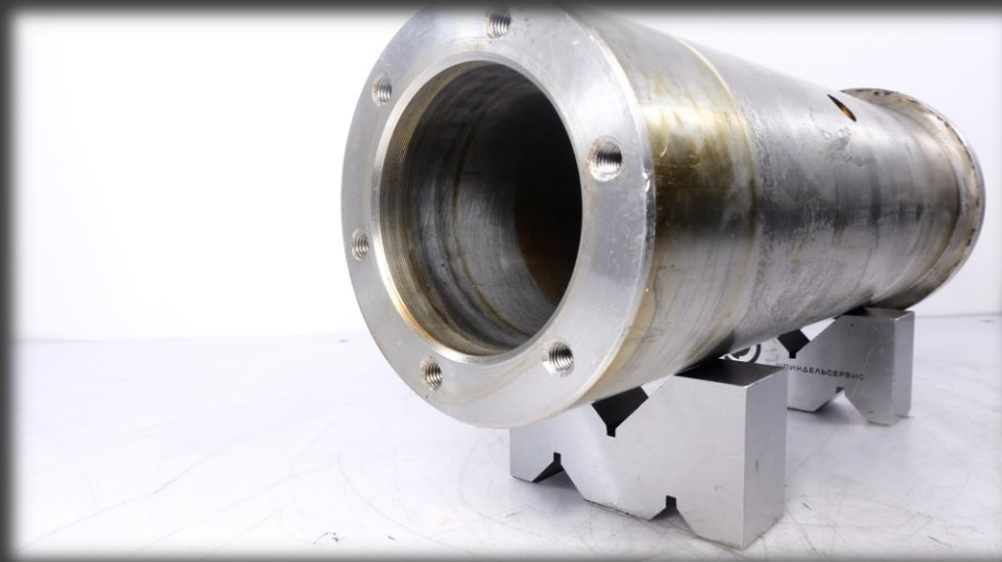
Подшипники передней опоры



Подшипник задней опоры



Стакан передней опоры



Стакан задней опоры

Импортные аналоги подшипников

Номера подшипников	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости (¹) (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Динамическая)	<i>C_{0r}</i> (Статическая)			Консистентная смазка	Масло
NN3005MBKR	25	47	16	0.6	25.8	30.0	41.3	0.127	20 900	25 000
NN3006MBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	48.5	0.198	17 700	21 200
NN3006TBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	48.5	0.172	20 000	23 600
NN3007MBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	55	0.258	15 500	18 600
NN3007TBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	55	0.224	17 600	20 700
NN3008MBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	61	0.309	13 900	16 700
NN3008TBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	61	0.283	15 800	18 600
NN3009MBKR	45	75	23	1.0	52.0	68.5	67.5	0.407	12 500	15 000
NN3009TBKR	45	75	23	1.0	50.0	65.5	67.5	0.373	14 200	16 700
NN3010MBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	72.5	0.436	11 600	13 900
NN3010TBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	72.5	0.402	13 100	15 400
NN3011MBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	81	0.647	10 400	12 500
NN3011TBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	81	0.592	11 800	13 800
NN3012MBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	86.1	0.693	9 700	11 700
NN3012TBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	86.1	0.635	11 000	13 000
NN3013MBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	91	0.741	9 100	11 000
NN3013TBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	91	0.681	10 400	12 200
NN3014MBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	100	1.060	8 000	10 000
NN3014TBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	100	0.988	9 500	11 200
NN3015MBKR	75	115	30	1.1	96.5	149	105	1.110	7 900	9 500

Вырезка из журнала NSK

			NN 30 TN(9)			NN 30 KTN(9)			NNU 49 B/W33	
Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit	Attainable speeds when lubricating with grease		Mass	Designations	cylindrical bore
d	D	B	C	C ₀	P _u				Bearing with a tapered bore	
mm			kN		kN	r/min		kg	—	—
25	47	16	26	30	3,1	19 000	22 000	0,12	NN 3005 K/SP	NN 3005/SP
30	55	19	30,8	37,5	3,9	16 000	18 000	0,19	NN 3006 KTN/SP	NN 3006 TN/SP
35	62	20	39,1	50	5,4	14 000	16 000	0,25	NN 3007 K/SP	NN 3007/SP
40	68	21	42,9	56	6,48	12 000	14 000	0,30	NN 3008 KTN/SP	NN 3008 TN/SP
45	75	23	50,1	65,5	7,65	11 000	13 000	0,38	NN 3009 KTN/SP	NN 3009 TN/SP
50	80	23	52,8	73,5	8,5	10 000	12 000	0,42	NN 3010 KTN/SP	NN 3010 TN/SP
55	90	26	69,3	96,5	11,6	9 500	11 000	0,62	NN 3011 KTN/SP	NN 3011 TN/SP
60	95	26	73,7	106	12,7	9 000	10 000	0,66	NN 3012 KTN/SP	NN 3012 TN/SP
65	100	26	76,5	116	13,7	8 500	9 500	0,71	NN 3013 KTN/SP	NN 3013 TN/SP
70	110	30	96,8	150	17,3	7 500	8 500	1,00	NN 3014 KTN/SP	NN 3014 TN/SP
75	115	30	96,8	150	17,6	7 000	8 000	1,10	NN 3015 KTN/SP	NN 3015 TN/SP
80	125	34	119	186	22	6 700	7 500	1,45	NN 3016 KTN/SP	NN 3016 TN/SP
85	130	34	125	204	23,2	6 300	7 000	1,60	NN 3017 KTN9/SP	NN 3017 TN9/SP
90	140	37	138	216	26	6 000	6 700	2,00	NN 3018 KTN9/SP	NN 3018 TN9/SP
95	145	37	142	232	27,5	5 600	6 300	2,10	NN 3019 KTN9/SP	NN 3019 TN9/SP
100	140	40	128	255	29	5 600	6 300	1,90	NNU 4920 BK/SPW33	NNU 4920 B/SPW33
	150	37	151	250	29	5 300	6 000	2,20	NN 3020 KTN9/SP	NN 3020 TN9/SP
105	145	40	130	260	29	5 300	6 000	2,00	NNU 4921 BK/SPW33	NNU 4921 B/SPW33
	160	41	190	305	36	5 000	5 600	2,70	NN 3021 KTN9/SP	NN 3021 TN9/SP
110	150	40	132	270	30	5 300	6 000	2,05	NNU 4922 BK/SPW33	NNU 4922 B/SPW33
	170	45	220	360	41,5	4 800	5 300	3,40	NN 3022 KTN9/SP	NN 3022 TN9/SP

Вырезка из журнала SKF

Dimension table - Dimensions in mm

Designation ¹⁾	Mass	Dimensions							
	m	d	D	B	r ₁	E	F	n _s	d _s
	≈kg				min.				
NN3006-AS-K-M-SP	0,19	30	55	19	1	48,5	–	4,8	3,2
NN3007-AS-K-M-SP	0,25	35	62	20	1	55	–	4,8	3,2
NN3008-AS-K-M-SP	0,3	40	68	21	1	61	–	4,8	3,2
NN3009-AS-K-M-SP	0,39	45	75	23	1	67,5	–	4,8	3,2
NN3010-AS-K-M-SP	0,43	50	80	23	1	72,5	–	4,8	3,2
NN3011-AS-K-M-SP	0,63	55	90	26	1,1	81	–	4,8	3,2
NN3012-AS-K-M-SP	0,67	60	95	26	1,1	86,1	–	4,8	3,2

Axial displacement ²⁾ s	Mounting dimensions			Basic load ratings		Limiting speeds		Radial spring rigidity
	d _a h12	D _a H12	r _{a1}	dyn. C _r	stat. C _{0r}	n _G grease	n _G oil ³⁾	c _r
			max.	N	N	min ⁻¹	min ⁻¹	N/μm
1,4	38	50	1	29 000	34 000	16 000	19 000	680
1,4	43	57	1	36 000	44 000	14 000	17 000	790
1,4	48	63	1	45 000	59 000	12 000	15 000	950
1,7	54	69	1	54 000	72 000	11 000	14 000	1 080
1,7	59	74	1	57 000	80 000	10 000	13 000	1 180
1,9	65	83	1,1	72 000	100 000	9 000	11 000	1 300
1,9	70	88	1,1	75 000	110 000	8 500	10 000	1 410
1,9	75	93	1,1	77 000	116 000	8 000	9 500	1 470

Вырезка из журнала FAG

Заключение

- 1) Произведен демонтаж шпиндельного узла
- 2) Проведена разборка узла, инспекция и дефектовка
- 2) Рассмотрены импортные аналоги подшипников и рассмотрена возможность изменения компоновки опор.

В дальнейшем планируется сборка на новых прецизионных подшипниках, обкатка, балансировка и монтаж шпиндельного узла , проведение повторной диагностики и обработка данных.

Спасибо за внимание!