

«Утверждаю»  
Директор ООО «ИнПродМаш»

\_\_\_\_\_ Коблев Р.М..

«20» января 2020г.

**Протокол**  
**тестирования подшипников скольжения 1118-2902840-Ф**  
**на соответствие техническим условиям**

Комиссия, в составе:

1. Королев А.В.
2. Королев А.А.
3. Королева А.А.

созданная Приказом № 1 от 07.10.2019г, провела лабораторное тестирование подшипников скольжения 1118-2902840-Ф на соответствие техническим условиям ТУ 4590-1-55390241-2016.

Опорные подшипники скольжения 1118-2902840-Ф выпускаются фирмами ИНПРОДМАШ и ООО "ИнПродМаш" в соответствии с техническими условиями ТУ 4590-1-55390241-2016 "ОПОРНЫЙ ПОДШИПНИК 1118-2902840Ф верхней опоры стойки передней подвески автомобилей ВАЗ 1118, 2170 и их модификаций". В соответствии с данными ТУ подшипники должны периодически подвергаться испытаниям на соответствие техническим условиям. Лабораторное тестирование осуществлялось в соответствии с Программой периодических и типовых испытаний ППТИ-1-2017 "ОПОРНЫЙ ПОДШИПНИК 1118-2902840Ф верхней опоры стойки передней подвески автомобилей ВАЗ 1118, 2170 и их модификаций". Ниже приведены результаты испытаний подшипников в соответствии с указанной Программой.

Испытания осуществлялись по следующим параметрам:

1. Стендовые ресурсные испытания подшипников.
2. Исследование момента сопротивления вращению.
3. Исследование силы фиксации замков кожухов.

4. Исследование силы монтируемости подшипника в узел.
5. Исследование сопротивление удару.
6. Исследование статической грузоподъемности.
7. Тестирование загрязнения подшипника.
8. Испытание на стойкость к ложному бринеллированию.

### **Стендовые ресурсные испытания подшипников**

Для ресурсных испытания подшипников 1118-2902840Ф ИнПродМаш спроектировал и изготовил специальный испытательный стенд, удовлетворяющий требованиям МЗ7.370-2010 «Методика по ресурсным испытаниям подшипников верхней опоры стоек передней подвески» ОАО Скопинского автоагрегатного завода. Фотография стенда приведена на рисунке 1.

Перед стендовыми испытаниями производился замер посадочных размеров подшипника и момента сопротивления вращению. Результаты замеров приведены в таблице 1.



*Рис. 1 - Фотография стенда для ресурсных испытаний подшипников 1118-2902840-04*

Стендовые испытания проводились при следующих условиях:

- осевая нагрузка 5000 Н;
- угол качания  $\pm 37^\circ$ ;
- частота качаний 2 Гц.

На стенде устанавливались и испытывались одновременно 2 подшипника. В процессе испытаний замерялась температура подшипников, которая в течении всего периода испытаний не превышала 35 градусов. Испытания прекратились при достижении 2450 тыс. циклов, что соответствует требованиям ТУ 4590-1-55390241-2016 ООО ИнПродМаш «Опорный подшипник 1118-2902840Ф верхней опоры стойки передней подвески 1118, 2170 и их модификаций». Предварительные полевые испытания показали, что если подшипник выдерживает при стендовых испытаниях 2 млн. циклов нагружений при нагрузке 5000 Н, то долговечность его работы в машине составляет более 160000 км. пробега, т.е. до капитального ремонта автомобиля.

После снятия со стенда был выполнен внешний осмотр каждого подшипника, были измерены посадочные размеры и момент сопротивления вращению. Затем подшипники были разобраны. Внешнему осмотру подверглись дорожки скольжения колец подшипников и опорное кольцо подшипника, определялось наличие и состояние смазки.

Результаты анализа состояния подшипников приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа состояния подшипников после стендовых испытаний

№ под-ка	Вид анализа	Результаты анализа		Заключение
		до испытания	после испытания	
1.	Внешний осмотр подшипника	В соответствии с ТУ	Внешних дефектов не обнаружено, вращение плавное	Подшипник находится в работоспособном состоянии
	Посадочные размеры подшипника: Диаметр отверстия	62,1 86,6	62,1 86,6	

	Наружный диаметр Высота	12,2	12,2	
	Момент сопротивления вращению, $H \cdot m$	2-3	2-2,5	

Продолжение таблицы 1

	Осмотр опорного фторопластового кольца	Фторопластовое кольцо имеет белый цвет, плотно прилегает к дорожке	Дефектов не обнаружено	
	Осмотр дорожек скольжения	Дорожки светлые, блестящие	Следов выработки не обнаружено. Имеется серый след по дну дорожек.	
	Осмотр кожухов колец	Высота выступа замковой части верхнего кольца -2,0 мм	Высота выступа замковой части верхнего кольца -2,0 мм. На выступах замковой части верхнего кольца обнаружен износ -0,3 мм.	
2.	Внешний осмотр подшипника	В соответствии с ТУ	Внешних дефектов не обнаружено, вращение плавное	Подшипник находится в работоспособном состоянии
	Посадочные размеры подшипника:	62,0	62,0	
	Диаметр отверстия Наружный диаметр Высота	86,7 12,2	86,7 12,2	
	Момент сопротивления вращению, $H \cdot m$	2-2,6	2,3-2,4	
	Осмотр опорного фторопластового кольца	Фторопластовое кольцо имеет белый цвет, плотно прилегает к дорожке	Дефектов не обнаружено	
	Осмотр дорожек скольжения	Дорожки светлые, блестящие	Следов выработки не обнаружено.	

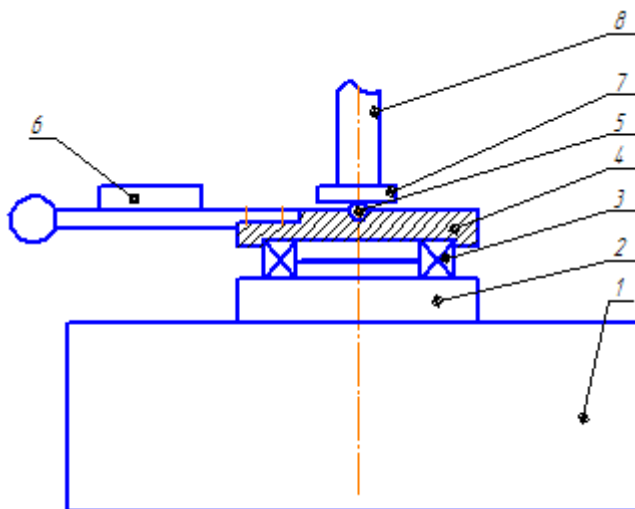
	<p>Осмотр кожухов колец</p>	<p>Высота выступа замковой части верхнего кольца -2,0 мм</p>	<p>Высота выступа замковой части верхнего кольца -2,0 мм. На выступах замковой части верхнего кольца обнаружен небольшой износ -0,2 мм.</p>	
--	-----------------------------	--	---	--

Вывод:

1. Подшипники успешно выдержали стендовые испытания и находятся в работоспособном состоянии. Внешний вид подшипников удовлетворительный.
2. Геометрические параметры подшипников в процессе испытаний существенно не изменились и находятся в пределах допустимых значений.
3. Момент сопротивления вращению подшипника после стендовых испытаний немного уменьшился. Возможно это связано с притиркой поверхностей скольжения.

### Исследования момента сопротивления вращению

Для испытаний были произвольно взяты подшипники из разных партий в количестве 10 шт. С целью тестирования подшипников на момент сопротивления вращению была создана экспериментальная установка на базе вертикально-сверлильного станка 2Н125 (рис. 2).



*Рис. 2. Схема установки для измерения момента сопротивления вращению подшипника*

На станине 1 закреплена оправка 2, на которую устанавливается испытываемый подшипник 3. Сверху на подшипник 3 накладывается чашка 4, вдоль оси которой закреплен шарик 5. Чашка 4 жестко соединена с рычажным моментомером 6. Сверху на шарик накладываю твердую пластину 7, к которой подводят шпиндель станка 8. Поверхность пластины 7, обращенная в сторону шарика 5, полирована с целью уменьшения ее трения с шариком 5. Между шариком и поверхностью пластины наносится смазка.

В процессе измерения испытываемый подшипник 3 устанавливают на оправку 2 и с помощью пластины 7, шарика 5 и шпинделя 8 нагружают силой  $P$ . Нагрузка на шпиндель 8 передается от рукоятки подачи станка, к которой прикреплен ручной динамометр.

Рычажный моментомер 6 представляет собой моментомер DB6N4 TONN1CH1 производства Японии. В процессе измерения момента ограничительную стрелку прибора устанавливают в нулевом положении. Затем моментомер вместе с пластиной 7 и с подшипником 3 поворачивают на 180 градусов в прямом и обратном направлениях. Записывают показания ограничительной и подвижной стрелок. Показания ограничительной стрелки соответствовали моменту трогания – максимальный момент, а показания подвижной стрелки, фиксируемые визуально и снимаемые в процессе поворота подшипника, соответствовали моменту вращения. Из двух замеренных значений моментов в прямом и обратном направлениях записывают максимальные.

Предварительно осуществляют тарировку воздействия силы  $P$  на подшипник 2. Для этого на место приспособления устанавливают динамометр типа ДОРМ-0,3. К нему с помощью рукоятки подачи станка подводят шпиндель станка 8. На рукоятке подачи закреплен ключ моментный динамометрический ОТП.011-420.000ПС. Изменение величины нагружающего момента приводит к изменению силы  $P$ , значение которой фиксируют

динамометром ДОРМ-0,3.

Тарировочный график приведен на рисунке 3.

Как видно, во всем диапазоне измерений сила  $P$  связана с моментом  $M$  зависимостью

$$P = 5,1 \cdot M,$$

где  $M$  - момент силы, приложенной к рукоятке подачи станка,  $H \cdot м$ ;

$P$  - осевая сила на шпинделе станка, Н.

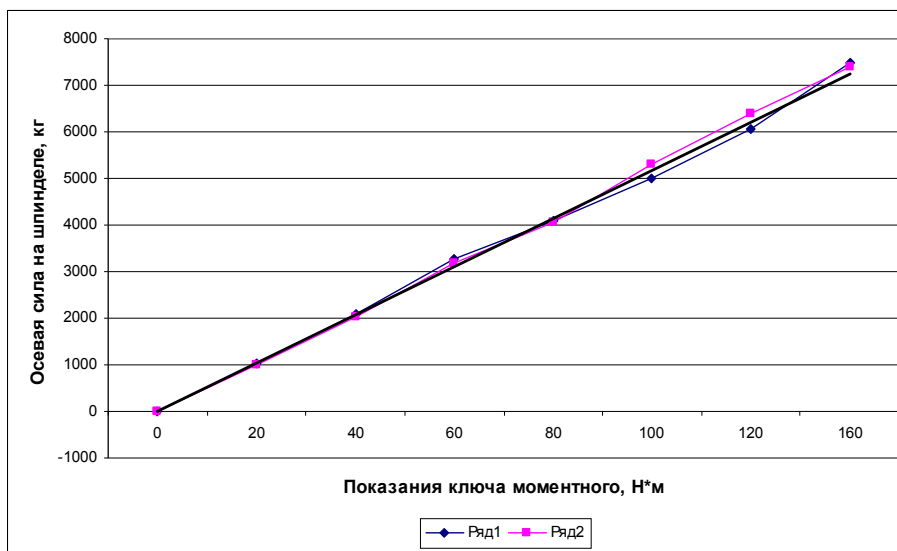


Рис.3. Тарировочный график

Результаты измерения момента сопротивления вращению приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты измерения момента сопротивления вращению подшипников 1118-2902840-Ф

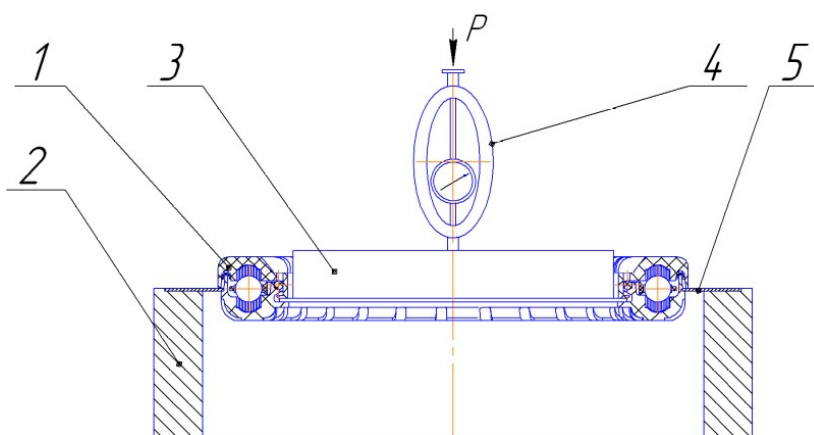
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Момент трогания, Н · м	2,5	2,6	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,6	2,6
Момент сопротивления вращению, Н · м	2,4	2,5	2,4	2,3	2,3	2,5	2,4	2,3	2,5	2,6

Как видно из таблицы 2, момент трогания подшипника ИнПродМаш в среднем составляет 2,68 Нм, а момент сопротивления вращению – 2,45 Нм. Это соответствует техническим условиям на изготовление подшипника.

### Исследование силы фиксации замков кожухов

Для испытаний были произвольно взяты подшипники из разных партий в количестве 5 шт. Предварительно все подшипники прошли визуальный контроль. Все лабиринты и рабочие части колец полностью заполнены смазкой. Подшипники были очищены от смазки. Для измерения силы фиксации замков кожухов подшипников была изготовлена специальная установка, схема которой приведена на рисунке 4.

Устройство состоит из основания 2, на котором установлена пластина 5, размещенная между верхним и нижним кольцом тестируемого подшипника 1 с внешней стороны. Другая деталь 3 своей пластиной в нижней части также закреплена между верхним и нижним кожухом подшипника 1 с внутренней стороны. На пластине 3 установлен динамометр 4.



*Рис. 4. Схема установки для тестирования фиксации замков кожухов подшипника*

Измерение силы фиксации замков кожухов осуществляется следующим образом. К детали 3 прикладывают нагрузку  $P$ , которую фиксируют динамометром 4. Нагрузку увеличивают постепенно до тех пор, пока замки верхнего и нижнего кожухов подшипника 1 не раскроются и нижний кожух не упадет в корпус 1. Сила, при которой замки верхнего и нижнего кожухов раскрываются, фактически и является силой фиксации кожухов подшипника.

Результаты измерения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты измерений силы фиксации замков кожухов



Номер под-ка	1	2	3	4	5
Сила фиксации замков кожухов, Н	2,5	2,6	2,4	2,7	2,5

Как видно из таблицы 3, средняя сила фиксации замков кожухов подшипников составляет 2,6 Н. Сила фиксации замков кожухов вполне обеспечивает удержание подшипника от самопроизвольной разборки.

### **Исследование силы монтируемости подшипника в узел**

Выполнены замеры геометрических параметров подшипников. В таблице 4 приведены посадочные размеры подшипников.

Таблица 4

Посадочные размеры подшипников

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр отверстия	62,5	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4 5	62,4	62,4	62,5	62,4
Наружный диаметр	86,8	86,7	86,8 5	86,7	86,7	86,7	86,8	86,8	86,8	86,8
Высота	12,00	12,0 0	11,9 0	12,0 5	11,9 0	11,9 5	11,9 5	11,9 0	12,0 0	12,00

Высота подшипника определяется под нагрузкой 2000Н.

Указанные посадочные размеры подшипника обеспечивают легкость монтажа подшипников в узел и не создают в подшипниках дополнительные усилия, вызванные слишком плотной запрессовкой. В тоже время гарантированно обеспечивается отсутствие зазоров в узле.

Сила монтируемости подшипника в узел определялась с помощью динамометра ДОРМ-0,3. Результаты измерения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты измерений силы монтируемости подшипника в узел

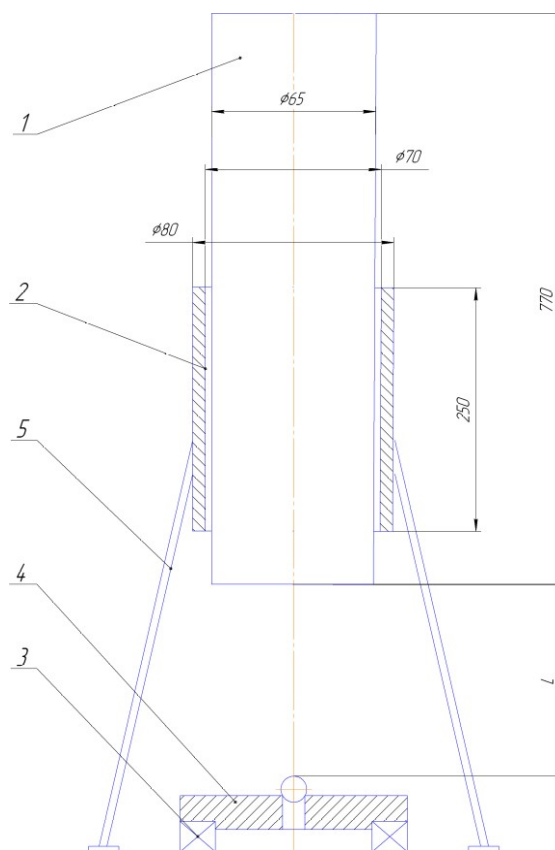
Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сила монтируемо	150	152	156	146	148	150	144	146	140	146

СТИ										
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Как видно из таблицы 5, средняя сила монтируемости в узел подшипников составляет 148 Н, что соответствует ТУ.

### Исследование сопротивления удару

Для испытаний были произвольно взяты подшипники из разных партий в количестве 10 шт. Кроме подшипников скольжения ИнПродМаш испытанию на сопротивлению удару подвергались шариковые подшипники фирмы SKF FRANCE BDA-1027 PA 66 GF30 и ООО "Рефмашпром" (РМП). Для испытаний подшипников была изготовлена установка, схема которой приведена на рис 5.



*Рис. 5. Фотография установки и схема установки для испытания на сопротивление подшипника удару*

В качестве молота 1 была использована болванка диаметром 60 мм длиной 907 мм, массой 20кг. Направляющей 2 служила труба с отверстием 65 мм длиной 350 мм. По оси направляющей устанавливался испытываемый подшипник 3. На подшипник устанавливалась оправка 4 с шариком, на

который направлялся удар молота. Это обеспечивало равномерное распределение удара между шариками.

Направляющая с помощью хомута 5 крепилась к чугунной станине (не показана). Расстояние  $L$  между нижней плоскости молота и шариком замерялось металлической линейкой.

Подшипник 3 устанавливался под молотом 1 и на него надевалась оправка 4.

Осуществлялись два вида испытаний на удар:

1. Определение высоты удара, при которой на дорожках качения остаются следы от удара, либо его высота уменьшилась до предельно допустимой величины (11,75 мм).

2. Определение прочности подшипника при его ударе с высоты 1000мм.

Испытания первого вида осуществлялись следующим образом. Сначала молот опускался на испытываемый подшипник с высоты 100 мм. После этого замерялась высота подшипника, затем он разбирался. Если на деталях подшипника отсутствовали следы от удара, то подшипник снова собирался и опыт повторялся с увеличением высоты падения молота на 25 мм. Так повторялось до тех пор, пока на деталях подшипника появлялись следы удара либо его высота при нагрузке 2000 Н достигла предельно допустимого значения. За расчетную высоту сопротивления удару принималось предыдущее значение высоты падения груза.

В таблице 6 приведены сравнительные результаты исследований. Из таблицы 6 видно, что средняя высота сопротивления удару подшипника РМП составляет 165 мм. Это в 1,5 раза выше, чем у подшипника SKF. Металлические кольца подшипников фирмы SKF получают штамповкой из низкоуглеродистой стали с последующей химико-термической обработкой, обеспечивающей на поверхности дорожек качения твердость до HRCэ 61-62. Но толщина упрочненного слоя невелика и поэтому под действием удара этот поверхностный слой разрушается.

Таблица 6

Результаты испытания подшипников фирм  
SKF, ИнПродМаш и РМП на сопротивление удару

Фирма	SKF	НПП	РМП
Среднее значение допустимой высоты падения груза, мм	110	220	165
Ср. значение высоты подшипников до удара, мм	12,1	12,0	12,3
Ср. значение высоты подшипников после удара, мм	11,75	11,7	11.85

Подшипник фирмы РМП изготовлены из металлической ленты твердостью HRC 48-50. Твердость поверхности этих колец ниже твердости поверхности дорожек качения, но выше твердости подповерхностного слоя металла подшипников SKF, что и обусловило их более высокое сопротивление удару. Однако с целью экономии затрат шариковые подшипники собираются с шариками низкой точности, которые имеют высокую разноразмерность шариков. Поэтому в начальном контакте находится небольшое число шариков, которые и вызывают высокие контактные напряжения, приводящие к возникновению пластических углублений на дорожках качения под действие высокой внешней нагрузки.

Сопротивление удару подшипника ИнПродМаш значительно выше сопротивления удару подшипников SKF и РМП. Объясняется это тем, что в виду отсутствия тел качения на рабочих поверхностях подшипника отсутствуют следы удара. Но слишком высокой нагрузке, возникающей при падении груза с высоты 220 мм, эластичное фторопластовое рабочее кольцо теряет форму и размеры, поэтому высота подшипника снижается до значения, ниже допустимой, хотя работоспособность подшипника сохраняется.

Вторая часть тестирования заключалась в определении сопротивления удару при падении на подшипник груза массой 20кг с высоты 1000мм. Критерием качества служило отсутствие на поверхности кожухов трещин и сколов. Результаты испытания подшипников приведены в таблице 7.

Таблица 7

Результаты испытания подшипников фирм

### SKF, ИнПродМаш и РМП на сопротивление удару

Фирма	SKF	РМП	НИМ
Доля поврежденных подшипников после удара	0	0	0

Как видно из таблицы 7, все испытанные подшипники фирмы РМП, SKF и ИнПродМаш после удара не имели видимых трещин и сколов. Однако подшипники фирмы SKF хотя и не разрушились, но способность к вращению они потеряли.

После разборки на дорожках качения шариковых подшипников были видны глубокие вмятины в местах расположения шариков по всему поперечному сечению колец.

Подшипник РМП и ИнПродМаш после такого сильного удара продолжали вращаться, но с повышенным сопротивлением.

### **Исследование статической грузоподъемности подшипников**

Нагрузка на подшипник обеспечивалась гидравлическим прессом, который мог развивать усилие до 1000000 Н. Предварительно проводилась тарировка усилия прессы, которая установила соответствие показания манометра и нагрузки: 1,5 ат составляет 15000 Н нагрузки.

Кроме подшипников скольжения ИнПродМаш испытанию на статическую грузоподъемность подвергались шариковые подшипники фирмы SKF FRANCE BDA-1027 PA 66 GF30 и ООО "Рефмашпром" (РМП).

Из партии изготовленных подшипников в количестве 1200 штук для испытания выбирались случайным образом подшипники в количестве 6 штук. Подшипники устанавливались на оправке, закрепленной на станине прессы. Подшипник базировался по отверстию и торцу верхнего кольца. Нагрузка осуществлялась со стороны торца нижнего кольца подшипника. Сначала подшипнику давалась осевая нагрузка величиной 15000Н. После этого замерялась высота подшипника при нагрузке 2000 Н, затем подшипник

разбирался и на рабочих поверхностях подшипника визуально определялось наличие следов разрушения. Если высота подшипника находилась в норме, а следы разрушения на рабочих поверхностях отсутствовали, то подшипник вновь собирался и подвергался испытанию с усилием на 2500 Н выше предыдущего. Усилие, предшествующее тому, при котором на поверхности рабочих поверхностей остаются следы разрушения или высота подшипника уменьшилась до предельно допустимой, принималось за статическую грузоподъемность подшипника.

Результаты испытаний представлены в таблице 8. Как видно из табл. 8, наибольшую статическую грузоподъемность имеют подшипники скольжения ИНПРОДМАШ. Предельно допустимая нагрузка на подшипник ограничилась по причине уменьшения высоты подшипника до предельно допустимой величины.

Таблица 8

Результаты испытания подшипников на статическую грузоподъемность

Фирма	SKF	НПП	РМП
Среднее значение допустимой статической нагрузки, Н	17500	27500	21500
Ср. значение высоты подшипников до испытания, мм	12,4	12,2	12,5
Ср. значение высоты подшипников после испытания, мм	11,8	11,7	11,80

Статическая грузоподъемность шариковых подшипников фирмы SKF FRANCE и РМП ограничивается появлением на дорожках качения следов от воздействия шариков. Средняя статическая грузоподъемность подшипников SKF даже не достигает требуемой по техническим условиям на изготовление подшипника – 20000Н. Объясняется это тем, что подшипники фирмы SKF получают штамповкой из низкоуглеродистой стали с последующей химико-термической обработкой поверхностного слоя, обеспечивающей на поверхности дорожек качения твердость до HRCэ 61-62. Но толщина

упрочненного слоя невелика и поэтому под действием высокой статической нагрузки этот поверхностный слой разрушается

### **Тестирование загрязнения подшипника**

Для испытаний были произвольно взяты подшипники из разных партий в количестве 10 шт. У всех подшипников предварительно замерялся момент сопротивления вращению. Для испытаний подшипников была изготовлена установка, фотография которой приведена на рисунке 6.

Для осуществления испытания подшипник собирался с опорой передней стойки автомобиля ВАЗ «Калина» и металлическим стаканом. Собранный узел помещался в закрытый сверху пластмассовый корпус. Подшипник нагружался осевой силой величиной 5000Н. После этого ему сообщалось качательное движение на угол  $\pm 37^\circ$ . Загрязненная жидкость по давлением подавалась в зону лабиринтного уплотнения верхнего и нижнего колец подшипника. Время работы подшипника составляло 2 часа.



*Рис.6. Фотография установки для испытания подшипников на сопротивление загрязнению*

После окончания испытания подача жидкости прекращалась, качательное движение подшипника выключалось. Для устранения возможности попадания жидкости во внутрь подшипника во время его разборки остатки жидкости, находящейся на собранном узле подшипника, сдувались сжатым воздухом. Затем нагрузка на подшипник снималась и подшипниковый узел извлекался из испытательного устройства. Замерялся момент сопротивления вращению. Далее подшипник разбирался и осуществлялся осмотр его дорожек и тел качения.

Результаты испытаний приведены в таблице 9. Как видно из таблицы 9, после испытаний наличие влаги в рабочей части подшипника производства ИнПродМаш не наблюдалось.

Таблица 9

Результаты испытания подшипников на загрязнение



№ под-ка	Момент трения до испытания	Момент трения после испытания	Наличие влаги и загрязнений
1.	2,4	2,8	Отсутствует
2.	2,5	2,6	Отсутствует
3.	2,4	2,6	Отсутствует
4.	2,4	2,8	Отсутствует
5.	2,5	2,7	Отсутствует
6.	2,4	2,7	Отсутствует
7.	2,6	2,7	Отсутствует
8.	2,4	2,6	Отсутствует
9.	2,4	2,7	Отсутствует
10.	2,5	2,6	Отсутствует

Момент сопротивления вращению подшипников до и после испытания не превышает 2,8 Н\*м, что соответствует техническим условиям на изготовление подшипника. Следовательно, подшипники фирмы ИнПродМаш успешно выдержали испытания на сопротивление загрязнению и влаги.

### **Испытание подшипников на сопротивление ложному бринеллированию**

Ложное бринеллирование, или в переводе - «стиральная доска», представляет собой образование выбоин на дорожках качения подшипников, имеющих сходство с вмятинами Бринелля. Причинами эффекта ложного бринеллирования являются колебания и вибрации неподвижного подшипника или подшипника, совершающего медленные качательные движения.

При остановке подшипника или при его медленном вращении между телами качения и дорожками качения исчезает несущий смазочный слой и возникает металлический контакт. Вибрации не вращающегося подшипника порождают малые относительные перемещения между телами качения и кольцами подшипника в осевом направлении. Под влиянием такого процесса осуществляется усталостный износ поверхности дорожек качения, и со временем на дорожках качения возникают углубления. Шарики образуют лунки, ролики – бороздки.

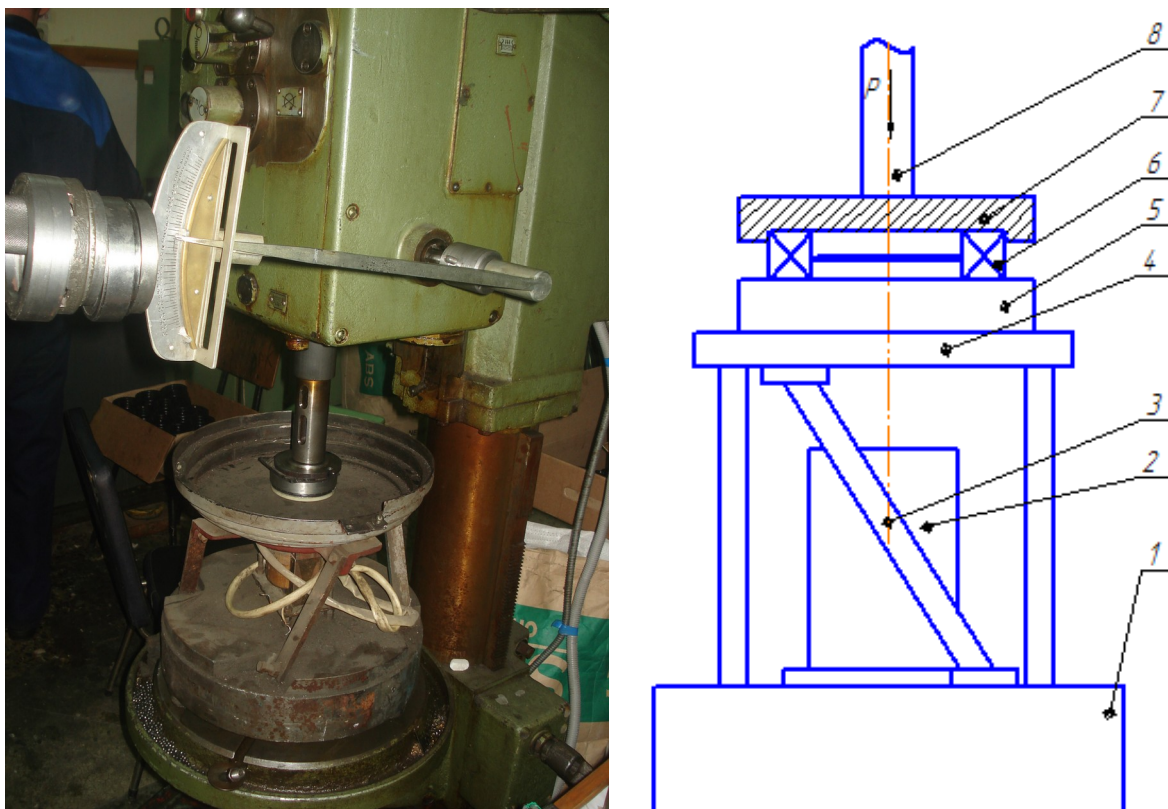
Во многих случаях в углублениях возникает коррозия вследствие окисления отделяемых частиц металла. Тела качения обычно видимых

повреждений не имеют. Чем выше энергия колебаний, тем больше повреждения. На размер повреждений также влияют продолжительность действия вибраций и величина зазора в подшипнике. Частота колебаний существенного значения не имеет. Роликоподшипники более чувствительны к вибрациям, чем шарикоподшипники, причем среди роликоподшипников самыми предрасположенными к повреждениям такого рода являются цилиндрические роликоподшипники.

Чаще всего повреждение подобного рода встречается в подшипниках рулевого управления, например в подшипниках передней подвески автомобилей, перемещающихся по неровной дороге. Поэтому в тихоходных подшипниках типа опорных подшипников передней подвески автомобилей вместо подшипников качения более рационально использовать подшипники скольжения, которые не подвергаются воздействию вибраций.

Ниже приведены сравнительные испытания шариковых подшипников передней подвески автомобилей фирм SKF и "Рефмашпром" и подшипников скольжения фирмы ИнПродМаш. В каждой группе находилось по 5 испытываемых подшипников. Для проведения испытаний был изготовлен специальный стенд, схема и фотография которого приведена на рисунке 7.

Установка смонтирована на верикально-сверлильном станке 2Н125. На столе станка (не показан) смонтирован источник колебаний. В качестве источника колебаний используется вибростол, состоящий из основания 1, электромагнитного преобразователя 2, наклонных плоских пружин 3 и якоря 4. На якоре 4 электромагнитного преобразователя закреплена оправка 5, на которую установлен испытываемый подшипник 6. Сверху подшипника 6 установлена чаша 7, на которую воздействует шпиндель станка 8. Нагрузка  $P$  на подшипник 5 передается от рукоятки подачи станка, к которой прикреплен ручной динамометр.



*Рис. 7 Фотография и схема установки для испытания подшипников на сопротивление ложному бринеллированию*

Работа устройства осуществляется следующим образом. После установки испытываемого подшипника 6 на оправку 4 и наложения на него чаши 7 на испытываемый подшипник с помощью шпинделя станка 8 накладывается нагрузка  $P$ . Затем включается электромагнитный преобразователь 2, который вызывает колебания испытываемого подшипника 6.

Режим испытаний устанавливался в соответствии с ГОСТ ИЕС 60068-2-57-2016 "Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на вибрацию в форме акселерограммы и импульсов биений". Нагрузка  $P$  на испытываемый подшипник составляла 5000Н, частота колебаний – 50 Гц., амплитуда колебаний составляла 1 мм. Время испытаний было равно 16 часам.

После испытания подшипник разбирался и осматривалась поверхность рабочих поверхностей. Если на рабочих поверхностях обнаруживались следы

пластической деформации, то считалось, что подшипник не выдержал испытание на сопротивление ложному бринеллированию.

Результаты испытаний приведены в таблице 10.

Таблица 10

Результаты испытания подшипников на сопротивление ложному бринеллированию

Фирма	SKF	НПП	РМП
Доля подшипников, выдержавших испытание, %	0	100	0

Как видно из табл. 10, шариковые подшипники фирмы SKF и ООО "Рефмашпром" испытания на сопротивление ложному бринеллированию не выдержали, так как на дорожках качения в местах контакта с шариками образовались следы усталостного разрушения. На рабочих поверхностях подшипника скольжения фирмы ИнПродмаш следы разрушения отсутствовали.

Таким образом, главным преимуществом подшипника фирмы ИнПродмаш является высокое сопротивление явлению ложного бринеллирования, что обеспечивает этому подшипнику повышенную надежность по сравнению с шариковыми подшипниками.

В целом, испытания подшипников скольжения 1118-2902840-Ф конструкции ИнПродМаш показали, что данный подшипник обеспечивает высокую работоспособность. Значения основных показателей работоспособности подшипника – статической грузоподъемности, момента сопротивления вращению, ресурса работы и других намного превосходят значения, заданные ТУ.

Члены комиссии

Королев А.В.  
Королев А.А.  
Королева А.А.