

Секция 3. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.89.012.7

В. В. Гаврилова, Е. Т. Горячева, А. А. Скаскевич, А. С. Антонов, С. А. Плескач
(Гродненский государственный университет имени Янки Купалы)

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ УЗЛА ПРИВОДА ТОКАРНОГО ПАТРОНА

Проведены стендовые испытания токарного патрона 3-250.35.01. В патроне применялись шестерни с износостойкими покрытиями. Трущиеся поверхности деталей патрона были обработаны порошком УПТФЭ «Форум». Показано, что использование данной технологии увеличивает ресурс работы и долговечность токарного патрона.

Введение. Проблема контактного взаимодействия твердых тел в современной технике имеет очень важное значение. В первую очередь это связано с долговечностью и надежностью машин, которые, как показала практика, в основном определяются выходом из строя подвижных сопряжений, изменяющих свои размеры под воздействием сил трения. Это приводит к потере точности, к вибрации, уменьшению герметичности сочленений, понижению КПД машин, а также к отказам в их работе по причинам задира и заедания подвижных сопряжений. Повышение надежности и долговечности токарных патронов является весьма актуальной задачей для современного машиностроения. На предприятии ОАО «БелТАПАЗ» выпускается более 30 модификаций самоцентрирующихся спирально-реечных двух-, трёх-, четырёх-, шестиклачковых токарных патронов диаметром от 80 до 400 мм, которые предназначены для установки на универсальные токарные, револьверные, внутришлифовальные станки, делительные головки и различные приспособления. Для повышения износостойкости токарного патрона применяют пластичные смазки, в частности, используют смазку ВНИИ НП 232 ГОСТ 14068-79. Смазыванию подвергаются следующие поверхности: ступица корпуса, отверстие диска, посадочные поверхности шестерни, зубья диска и шестерни, пазы в корпусе. Однако, данная смазка не эффективна и не обеспечивает достаточной износостойкости деталей токарного патрона. Узел привода испытывает большие нагрузки. Зажатие и снятие обрабатываемых заготовок различного диаметра производится через ведущую шестерню патрона. Задир и изменение размеров посадочных поверхностей и зубьев шестерни приводит к выходу из строя токарного патрона. В последнее время в узлах трения машин и механизмов применяют износостойкие покрытия, многократно увеличивающие ресурс работы механизмов, а также тонкопленочные покрытия из фторсодержащих компонентов, обеспечивающие малую скорость изнашивания деталей [1,2, 3].

Цель настоящей работы состояла в увеличении долговечности токарного патрона за счет нанесения износостойких и антифрикционных покрытий на трущиеся детали.

Материалы и методика исследований. В качестве объектов исследования были выбраны: токарный патрон модели 3-250.35.01П и узел привода токарного патрона – шестерня коническая. Материалом для формирования антифрикционного покрытия послужил ультрадисперсный политетрафторэтилен (УПТФЭ) торговой марки «Форум» – порошок белого цвета, получаемый при быстром нагреве блочного политетрафторэтилена в потоке инертного газа (аргона) и быстром охлаждении, состоящий из наногранул сферической формы с размером частиц от 150 до 500 нм. Тонкопленочное покрытие на поверхность трущихся деталей наносили ротапринтным методом. Обрабатывали следующие поверхности токарного патрона: ступицу корпуса, отверстие диска, зубья диска и пазы в корпусе (рис. 1).

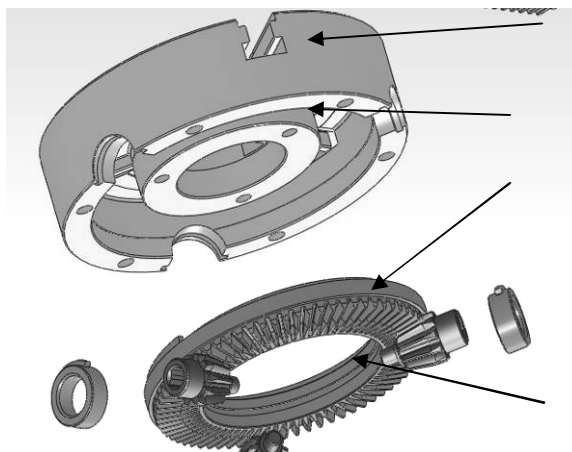


Рис. 1. Поверхности токарного патрона с ротапринтным покрытием

Для увеличения износостойкости привода токарного патрона применяли два способа: 1. Посадочные поверхности и зубья приводной шестерни покрывали пленкой алмазоподобного углерода. 2. Коническую шестерню привода подвергали ионно-плазменному азотированию.

Проводили стендовые испытания патрона токарного 3-250.35.01П в соответствии с рабочей методикой МЕ-10-2007. Целью испытаний являлось определение показателей надежности и долговечности испытуемых токарных патронов и их деталей. Определяли параметры надежности токарных патронов - наработку на отказ и срок сохраняемой точности исходных размеров рабочих поверхностей. Нарботка на отказ для всех типов патронов должна составлять не менее 2000 часов работы. Нарботку необходимого количества циклов при проведении испытаний на срок сохраняемой точности проводили на стендах модели 4147. После каждого интервала в 5000 циклов проводили измерение точности патрона. Перед каждым новым интервалом проводили разборку патрона, осмотр рабочих поверхностей деталей. Патроны считаются выдержавшими испытания по наработке на отказ, если при первых 12000 циклов не было отказа. Патроны считаются выдержавшими испытания на срок сохраняемой точности, если их точность после требуемой наработки соответствовала требованиям ГОСТ 1654-86: для патронов класса точности П, В, А – 48000 циклов, для патронов класса точности Н – 36000 циклов.

Результаты и обсуждение Результаты стендовых испытаний токарного патрона 3-250.35.01П на срок сохраняемой точности размеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний на сохраняемую точность

№ интервала	Нарботка циклов	Диаметр контрольной оправки, мм	Радиальное биение контрольных оправок, мкм		
			Покрытие УПТФЭ «Форум»	УПТФЭ «Форум» и алмазоподобное углеродное покрытие	УПТФЭ «Форум» и ионно-плазменное азотирование
1	10000	Ø 55	63	60	40
		Ø 50	58	55	35
		Ø 32	53	50	30
2	20000	Ø 55	65	60	40
		Ø 50	60	55	35
		Ø 32	55	50	30
3	30000	Ø 55	67	62	42
		Ø 50	62	57	33
		Ø 32	55	52	32
4	40000	Ø 55	68	63	43
		Ø 50	64	58	33
		Ø 32	56	53	33
5	50000	Ø 55	72	64	44
		Ø 50	66	60	35
		Ø 32	57	54	33

Все патроны выдержали испытания на срок сохраняемой точности, так как радиальное биение контрольных оправок не превышало требований ГОСТ 1654-86 после требуемой наработки.

Допуски радиального биения контрольной оправки токарного патрона с антифрикционным покрытием УПТФЭ «Форум» соответствуют повышенному классу точности (П). Токарный патрон с покрытием УПТФЭ «Форум» и шестерней привода с износостойким алмазоподобным углеродным покрытием относится к высокому классу точности (В). Токарный патрон с покрытием «Форум» и шестерней привода, подвергнутой ионно-плазменному азотированию соответствует особо высокому классу точности (А).

В ходе испытаний проводилась проверка крутящего момента холостого движения. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проверки крутящего момента

Нарботка, циклов	Диаметр заготовки, мм	Требования ГОСТ 1654-86 крутящий момент $M_{кр}$, Н·м	Фактический крутящий момент $M_{кр}$, Н·м		
			Покрытие УПТФЭ «Форум»	УПТФЭ «Форум» и алмазоподобное углеродное покрытие	УПТФЭ «Форум» и ионно-плазменное азотирование
До проведения испытаний		10	8,9	7,7	6,5
5000	Ø 55	10	6,7	6,8	6,4
10000	Ø 50	10	6,4	6,5	5,8
15000	Ø 32	10	6,3	7,9	5,5

Крутящий момент холостого хода, приложенный к рукоятке ключа, в испытуемых токарных патронах ниже требований ГОСТа 1654-86. Значения крутящего момента патрона с покрытием УДПТФЭ «Форум» и шестерней, подвергнутой ионно-плазменному азотированию значительно меньше, чем в других патронах.

Стендовые испытания по наработке на отказ показали, что все токарные патроны выдержали испытания, так как при первых 15000 циклов не было отказов.

На рис. 2 показаны приводные шестерни с алмазоподобным углеродным покрытием (а) и шестерни, подвергнутые ионно-плазменному азотированию (б) после стендовых испытаний.



Рис. 2. Шестерни привода

На рисунке 2, а видно, что в результате стендовых испытаний, на рабочей поверхности шестерни с алмазоподобным углеродным покрытием наблюдаются следы износа покрытия, немногочисленные сколы. Очевидно, это связано с невысокой твердостью подложки, относительно твердости алмазоподобного углеродного покрытия, что в свою очередь, в процессе пластической деформации поверхностных слоев зуба шестерни приводит к разрушению функционального покрытия. Поверхность шестерни, подвергнутой ионно-плазменному азотированию после стендовых испытаний (рис. 2, б) характеризуется более однородной и ровной поверхностью износа.

Таким образом, антифрикционные покрытия на трущихся деталях токарного патрона, сформированные по ротационной технологии из фторсодержащих компонентов обеспечивают снижение интенсивности изнашивания динамических систем под действием эксплуатационных факторов. Частицы компонента, попадая в узлы трения, прочно осаждаются на поверхности металла, заполняя микронеровности и микротрещины, особенно в местах, подверженных интенсивному износу. При механическом натирании образуется прочное покрытие, которое сохраняется при полном отсутствии смазки, на протяжении длительного времени.

Алмазоподобные углеродные покрытия обладают высокой твердостью и износостойкостью в сочетании с низким коэффициентом трения [4]. Однако, наиболее эффективным оказалось ионно-плазменное азотирование деталей привода токарного патрона, в процессе эксплуатации обеспечивающее самые низкие показатели допусков радиальных биений и крутящего момента, что позволяет изготавливать токарные патроны с высокой точностью размеров и надежным качеством.

Заключение. Проведенные испытания показали, что антифрикционное покрытие УПТФЭ «Форум» в сочетании с ионно-плазменным азотированием шестерни привода повышает износостойкость трущихся деталей, и следовательно увеличивает ресурс эксплуатации токарных патронов.

Список литературы

1. Локтев, Д.И. Методы и оборудование для нанесения износостойких покрытий. / Д.И. Локтев, Е.А. Ямашкин // Наноиндустрия. – 2007. – Вып. № 4. – С. 18 – 24
2. Овчинников, Е.В. Тонкие пленки фторсодержащих олигомеров / Е.В. Овчинников, В.А. Струк, В.А. Губанов. – Гродно: ГГАУ, 2007. – 112 с.
3. Олигомер-полимерные композиции на основе фторсодержащих материалов / А.К. Цветников, В.А. Струк, Е.В. Овчинников, А.С. Антонов, Г.А. Костюкович // Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях: материалы восьмой ежегодной международной промышленной конференции, п. Славское, Карпаты, 11 – 15 февр. 2008 г. / УИЦ «Наука. Техника. Технология»; под ред. З.Ю. Главацкой. – Киев, 2008. – С. 22 – 26.
4. Рыскулов, А.А. Металлополимерные нанокомпозиты: особенности структуры, технология, применение: монография / А.А. Рыскулов [и др.]; под науч. ред. В.А. Струка, В.А. Лиопо. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 336 с.