

В корпус редуктора или коробки передач заливают масло так, чтобы венцы колес были в него погружены. Колёса при вращении увлекают масло, разбрызгивая его внутри корпуса. Масло попадает на внутренние стенки корпуса, откуда стекает в нижнюю его часть. Внутри корпуса образуется взвесь частиц масла в воздухе, которая покрывает поверхность расположенных внутри корпуса деталей. [1].

Картерное смазывание применяют при окружной скорости зубчатых колес и червяков от 0,3 до 12,5 м / с. При более высоких скоростях масло сбрасывает с зубьев центробежная сила и зацепление работает при недостаточном смазывании. Кроме того, заметно возрастают потери мощности на перемешивание масла, повышается его температура. Окружная скорость зацепления второй ступени равна 4,155 м / с, следовательно, картерная система смазывания подходит для данного редуктора.

Для рекомендуемой вязкости 50 мм<sup>2</sup> / с выбираем масло промышленное И-Г-А-46.

Уровень погружения должен быть таким, чтобы в масло был погружен венец зубчатого колеса второй ступени, так как скорость в зацеплении более 4 м / с [2].

**Заключение.** В результате модернизации системы смазки редуктора получаем улучшение технологических и конструкторских характеристик оборудования, которые заключаются в следующем:

- отсутствие масляного голодания;
- предохранение от заедания, задиров, коррозии трущихся поверхностей;
- лучшее охлаждение масла;
- некоторое увеличение мощности двигателя за счет снижения сопротивления масла колечному валу;
- применение автоматической переналадки позволяет существенно снизить затраты времени по сравнению с ручной переналадкой и повысить производительность труда.

#### Список цитируемых источников

1. Чернавский, С. А. Проектирование механических передач. / С. А. Чернавский. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2016. — 560 с.
2. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов — 11 изд. — М.: Академия, 2008. — 496 с.

УДК 621

**В. В. Бык, Т. П. Литвинович, К. С. Винничек**

*Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь*

## МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОНТРОЛЬНЫХ КАЛИБРОВ-ПРОБОК ОТ ИЗНОСА И КОРРОЗИИ

**Введение.** Предельные калибры-пробки применяют в серийном и массовом производстве для контроля годности размеров отверстий. Процесс получения отверстий сопровождается применением смазочно-охлаждающих жидкостей (далее — СОЖ), в качестве которых используются водные эмульсии. В зоне резания под воздействием газов атмосферного воздуха эмульсии образуют химические соединения, способствующие коррозии калибров. При постоянном контакте калибров с водной средой с течением времени на рабочих поверхностях калибров можно наблюдать следы коррозии и мелкие поры, способствующие разрушению металла.

**Основная часть.** Требования к калибрам:

- коэффициент линейного расширения одинаковый с железом и сталью;
- высокая твердость материала;
- отсутствие коробления и хрупкости рабочей части;
- высокая износостойкость;
- высокая коррозионная стойкость.

Для защиты калибров применяют различные методы:

- легирование сталей для изготовления калибров;
- термическая обработка калибров;
- химико-термическая обработка калибров.

Для изготовления калибров применяют высокоуглеродистые стали марок У10А, У12А, стали марок 15 или 20 легированные никелем, титаном, марганцем и хромом, которые повышают их коррозионную стойкость.

После изготовления калибров их подвергают термической обработке, чтобы получить максимальную твердость рабочих поверхностей в пределах 58...64 HRC. Особенностью такой обработки является недопустимость их коробления и хрупкости.

Для легированных сталей с низким содержанием углерода применяют химико-термическую обработку с цементацией в два этапа. На первом этапе калибры нагревают в печах до температуры 850 °С с выдержкой до и более одного часа, в зависимости от требуемой глубины насыщения, а затем охлаждаются вместе с печью. На втором этапе нагрев выполняется до температуры 780 °С с погружением в масло, после чего калибры отпускаются. В течение нескольких месяцев отпущенные калибры выдерживаются для снятия возникших внутренних напряжений, после чего измерительные поверхности шлифуются и притираются.

Как видим, процесс изготовления калибров-пробок длительный и не исключает возможных отклонений от вышеописанных к ним требований.

Для повышения износостойкости и коррозионной стойкости применяют химико-термическую обработку измерительных поверхностей (азотирование, хромирование), сущность которой заключается в термическом и химическом воздействии на рабочие поверхности калибров, с целью изменения состава, структуры и свойств поверхностного слоя материала. Газовая среда химико-термического обычного азотирования характеризуется большими линейными деформациями и короблением. Поэтому для исследования этой проблемы была выбрана установка ионно-плазменного азотирования (ИПА).

Такая обработка позволяет повысить химические и физико-механические свойства рабочих поверхностей калибров — твёрдость, износостойкость, а также сопротивляемость коррозии [1].

В своих более ранних публикациях [2, с. 111] мы отмечали достоинства метода ионно-плазменного азотирования в сравнении с обычными методами упрочнения поверхностей:

- более высокая твёрдость азотированных поверхностей;
- отсутствие деформаций деталей после обработки;
- высокая коррозионная стойкость обработанных деталей;
- более низкая температура обработки (400...600 °С), благодаря чему не изменяется структура материала;
- сохранение азотированного слоя при нагреве до 600...650 °С;
- возможность обработки изделий неограниченных размеров и формы;
- процесс является высокопроизводительным, ресурсосберегающим и безотходным;
- экологически чистая технология.

В качестве исследуемого объекта была выбрана калибр-пробка Ø28Н9 (рисунок 1), изготовленная из стали ШХ15 по ГОСТ 14810-69. Твёрдость измерительных поверхностей составляла 59...62 HRC.

Исследования проводились в Барановичском государственном университете в лаборатории высокоэнергетических методов упрочнения на установке ионно-плазменного азотирования УД-400. Калибр-пробка помещалась в камеру и подвешивалась в вертикальном положении, так, чтобы разряд полностью обрабатывал все поверхности. Предварительно из рабочей камеры откачивался воздух и создавалась разряженная атмосфера между катодом (инструмент) и анодом (стенки камеры) с возбуждением тлеющего разряда. В камере создавалось рабочее давление до 250 Па, осуществлялась подача рабочей газовой смеси. Пробка разогревалась до температуры 480 °С после чего происходила бомбардировка ионами азота. Процесс выдержки проходил в 2 этапа: 1-й этап — 100 мин, 2-й — 360 мин. На поверхности калибра образовался слой, состоящий из наружной нитридной и внутренней диффузионной зон. Сочетание таких зон позволяет увеличивать твёрдость наружного слоя калибра.

После проведенных исследований на приборе МЕТ-ТУД была измерена твёрдость рабочих поверхностей калибра, которая составила 74...83 HRC, коробления не наблюдалось.

Испытания проводились в течение шести месяцев на Барановичском автоагрегатном заводе в цехе 2, где производился контроль размеров в детали Корпус. За это время было выполнено более 2000 отверстий, которые контролировались этим калибром. Периодически на контрольно-измерительной машине проверялись размеры проходного и непроходного пределов рабочего калибра. Отклонений размеров не наблюдалось.

После испытаний при наблюдении под микроскопом модели Ftemj-2000 на измерительных поверхностях не наблюдалось изменения структуры, формы поверхностей, их деформации и цвета.

**Заключение.** На основании выше изложенного можно сделать вывод, что ионно-плазменное азотирование рабочих калибров-пробок, изготовленных из хромистых сталей, позволяет увеличить их качественные характеристики — прочность, уменьшить износ рабочих поверхностей и увеличить период работы.



Рисунок 1 — Общий вид предельного калибра-пробки Ø28Н9

#### Список цитируемых источников

1. Литвинович, Т. П. Влияние ионно-плазменного азотирования на износостойкость листовых предельных калибров / Т. П. Литвинович, К. С. Винничек, В. В. Бык // НАУКА — ПРАКТИКЕ : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 15 мая. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь Баранов. гос. ун-т. — Барановичи :БарГУ, 2020.

2. Бык, В. В. Влияние режимов ионно-плазменного азотирования на размерную стойкость дисковых пазовых фрез / В. В. Бык, В. В. Гаранович, Т. П. Литвинович, К. С. Винничек // Содружество наук, Барановичи-2019 : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. молодых исследов., 16 мая 2019 г. / БарГУ ; редкол. : Климук В. В. [и др.]. — Барановичи, 2019. — С. 111—112.