

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СМАЗКИ ПАРЫ ТРЕНИЯ КОЛЬЦО – БЕГУНОК КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Е.А.ТОПОРОВА

(Ивановский государственный энергетический университет)

Пара трения кольцо – бегунок, входящая в узел наматывания нити кольцевой прядильной машины, является высокоскоростной и малонагруженной, поэтому для ее смазки можно использовать только маловязкий смазочный материал. Основная часть смазки (минерального масла И-5) из-за высокой скорости скольжения и особенностей конструкции данного узла трения удаляется из зоны трения в первые же секунды начала движения. Небольшое количество смазки, которое остается между бегунком и кольцом, также легко уходит за короткий промежуток времени по причине слабой адгезионной способности используемого минерального масла.

При этом в результате возникновения режима сухого трения происходит рост коэффициента и величины момента трения пары, вследствие чего резко возрастает вероятность обрыва нити. Во избежание возникновения режима сухого трения смазка вновь подается в узел трения. Эта операция выполняется вручную с определенной периодичностью. Общий расход смазки на предприятии составляет около 50 кг за смену.

Снижение расхода смазочного материала посредством улучшения условий трения не только важная производственная задача – уменьшение расхода смазочного материала решает важную экологическую проблему – снижение выброса масла в окружающую среду.

Маловязкий смазочный материал (минеральное масло), используемый при смазке легконагруженных узлов текстильных машин, из-за слабой адгезии практически не способен удерживаться на поверхностях трения, что неизбежно приводит к его разбрызгиванию. Для уменьшения разбрызгивания смазочного материала и лучшего удержания его на поверхностях трения не-

обходимо увеличить адгезионное взаимодействие между им и твердой поверхностью.

Способностью образовывать адгезионные связи с твердой поверхностью посредством адсорбции на ней обладают поверхностно-активные вещества (ПАВ). По шкале гидрофильно-липофильного баланса из соотношения полярных и неполярных групп можно определить, к какому растворителю данное ПАВ имеет большее сродство: полярному – воде или неполярному – маслу [1]. Чем длиннее углеводородный радикал, тем больше вещество склонно раствориться в неполярной среде. Замечено [2], [3], что с увеличением длины углеводородного радикала возрастает поверхностная активность веществ.

В лаборатории износостойкости ИМАШ АН СССР установлено, что при сухом трении стали по полиамам коэффициенты трения наиболее высокие: 0,63...0,75; при этом скольжение происходит неплавно. При смазке образцов полярным маслом Д-1 коэффициенты трения снижаются до 0,03...0,18; скольжение происходит с регулярными скачками. При смазке образцов полярным маслом (масло Д-1 + 0,1% стеариновой кислоты) наблюдается плавное скольжение с низкими коэффициентами трения 0,045...0,07 [2].

Рассмотренный пример показывает, что даже при использовании полярного масла возникают очаги схватывания поверхностей. Это означает, что адсорбционная пленка, образованная полярно-активными молекулами масла Д-1, недостаточно плотна, что и является причиной схватывания поверхностей трения в условиях статического контакта [2]. Добавляя небольшое количество стеариновой кислоты можно добиться более низкого значения коэффициента трения покоя; скачки в на-

чале движения при этом уже отсутствуют.

Механизм действия полярно-активных присадок состоит в адсорбировании каждой из молекул своей полярной группой на поверхности трения. Углеводородный радикал при этом ориентируется перпендикулярно поверхности [2], [3]. Процесс образования первичного слоя идет до тех пор, пока не будут заняты все активные центры твердой поверхности, пока не образуется насыщенный мономолекулярный слой. Если концентрация присадки достаточно высока, то к концам углеводородного радикала (метильным группам  $\text{CH}_3$ ) за счет сил Ван-дер-Ваальса прикрепляются молекулы второго слоя и т.д., до образования полимолекулярного слоя смазки.

Практика показывает, что наилучшие трибологические показатели имеют место при малых концентрациях поверхностно-активной присадки, когда образуется насыщенный мономолекулярный слой граничной смазки [4]. При взаимном перемещении поверхностей мономолекулярные ворсы плавно скользят друг относительно друга, коэффициент трения при этом имеет самое низкое значение, а момент трения не возрастает до начала износа адсорбционной пленки; при этом проходит относительно длительный промежуток времени.

Для определения момента трения в исследуемом узле использовали установку, моделирующую данный узел трения (рис.1).

Установка работает следующим образом. Вращение от приводного электродвигателя 2 посредством муфты 3 с упругим элементом передается на вал 6, на котором установлен держатель для кольца 1 с металлическим кольцом прядильной машины 9. Частота вращения электродвигателя постоянного тока 2 регулируется при помощи комплектного электропривода 20 типа БУ3509-322У4. Частота вращения вала измеряется при помощи оптического датчика 22, закрепленного на валу 6. Сигнал от оптического датчика 22 поступает на измерительный преобразователь 21 типа Морион-15 и отображается на его индикаторе.

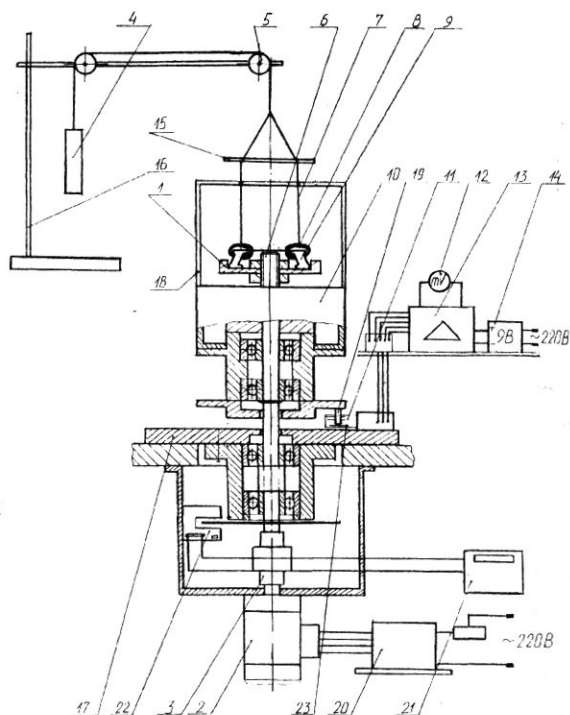


Рис. 1

Соединение вала 6 и металлического элемента трения выполнено таким образом, чтобы обеспечить передачу момента от вала на металлический элемент трения и допустить его перемещение вдоль оси вала. На кольце прядильной машины установлено два анидных бегунка 8, через которые продеты нити 7.

Нити 7, проходя через пластину рамы 18, передают момент, равный моменту трения между кольцом 9 и бегунком 8, на корпус 10, который выступом 19 воздействует на тензобалку 11. Далее нити проходят через пластину 15 и ролики 5, закрепленные на штативе 16 и связанные с грузом 4, создающим натяжение.

С целью измерения момента трения используются два тензодатчика 23, наклеенные на балку, конец которой жестко закреплен на неподвижной платформе. Выступ корпуса 19, воздействуя на тензобалку 11, приводит к ее деформации, результатом чего является изменение сопротивления тензодатчиков. Поступающий с тензодатчиков сигнал усиливается при помощи усилителя 13 и регистрируется милливольтметром 12. Питание усилителя осуществляется при помощи блока питания Агат-14.

Конструктивно экспериментальная установка выполнена на раме 17; электрооборудование для защиты от вибраций, возникающих при работе установки, размещено на отдельной стойке, являющейся также рабочим местом экспериментатора.

Эксперимент проводили при трении всухую и со смазками. В качестве смазочного материала применяли минеральное масло и четыре смазочные композиции на его основе, включающие минеральное масло + 10% слабого поверхностно-активного вещества, содержащего этоксильные группы, образующиеся в неболь-

шом количестве в процессе производства; минеральное масло + 5% ПАВ, относящегося к классу производных жирных спиртов и имеющего активный атом водорода; минеральное масло + 4% ПАВ, имеющего активный атом водорода, но относящегося к классу производных жирных кислот; минеральное масло + 3% ПАВ, являющегося производным аминов и СЖК, обладающего подвижным атомом водорода, в также имеющем в составе атомы кислорода и азота, способные образовывать прочные связи особенно с полиамидным материалом.

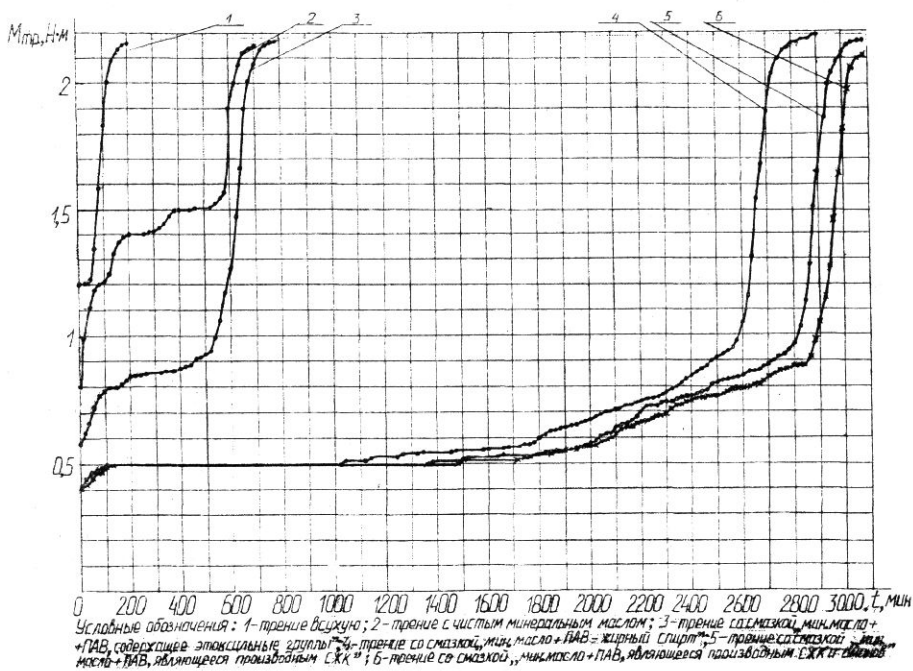


Рис. 2

На рис. 2 изображены графики зависимостей момента трения от времени для перечисленных смазочных композиций, показывающие, что три последних смазочных вещества, обладающие высокой поверхностной активностью, дают гораздо лучшие результаты, чем два других. Во-первых, момент трения имеет более низкие значения, чем при использовании двух первых веществ, и, тем более, при трении всухую; во-вторых, момент трения сохраняет свою величину на протяжении длительного времени, что особенно важно при периодической смазке узла трения.

Таким образом, поверхностная активность смазки играет важнейшую роль при

использовании ее в узле трения кольцо – бегунок кольцевой прядильной машины и этот факт связан со следующими обстоятельствами.

Основная часть чистого минерального масла удаляется из зоны трения в самом начале движения. Вероятно, молекулы некоторых углеводородов, содержащихся в масле, способные к поляризации, все же образуют незначительную адсорбционную пленку, а взаимодействие с ними других молекул ведет к образованию масляного слоя на поверхности.

Однако время жизни такого слоя невелико и, как видно из графика, происходит достаточно быстрое его разрушение. Далее

режим трения переходит в сухой, рост момента трения становится более интенсивным, затем момент трения начинает приближаться к постоянному значению. На этой стадии площадь фактического контакта изменяется очень незначительно.

Смазочные композиции с добавлением поверхностно-активных веществ отличаются способностью образовывать более плотные и прочные адсорбционные пленки, для разрушения которых требуется значительное время, что отображено на графиках зависимостей момента трения от времени.

Графики зависимостей момента трения от времени также показывают, что изменение момента трения для трех последних веществ тоже несколько отличается. Возможно, это связано с тем, что поверхностная активность жирных кислот выше, чем жирных спиртов [2]. А последнее смазочное вещество содержит присадку, молекулярное строение которой еще очень близко к молекулярному строению элементарного звена полиамидного материала, поэтому, вероятно, и связь с анидом образуется более прочная.

Об эффективности этих поверхностно-активных веществ можно судить по сочетанию минимальной концентрации с наиболее оптимальным изменением момента трения во времени. Эта концентрация, вероятно, и является той, при которой образуется наиболее плотная адсорбционная пленка, и дальнейшее повышение первой не оказывает существенного влияния на характер изменения момента трения.

Из вышесказанного можно заключить,

что использование для узла трения кольцо – бегунок смазочного материала, содержащего вещества, обладающие высокой поверхностной активностью, является хорошим способом обеспечить малые значения и постоянство момента трения в течение длительного времени. В результате такого изменения момента трения улучшаются условия протекания технологического процесса (исключается – заедание бегунка на кольце) и, как следствие, снижается вероятность обрыва нитей, поскольку плотная адсорбционная пленка ПАВ обеспечивает плавное скольжение.

Длительное сохранение постоянной величины момента трения позволяет смазывать узел трения менее часто и таким образом экономить смазочный материал и средства на его приобретение, также снижается выброс смазки в окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поверхностно-активные вещества: Справочник / Абрамзон А.А., Бочаров В.В., Гаевой Г.М. и др. / Под ред. А.А. Абрамзона и Г.М. Гаевого. – Л.: Химия, 1979.
2. *Виноградова И.Э.* Противоизносные присадки к маслам. – М.: Химия, 1972..
3. *Розенберг Ю.А.* Влияние смазочных масел на долговечность и надежность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1970.
4. *Шпеньков Г.П.* Физикохимия трения. – Мн.: Университетское, 1991.

Рекомендована кафедрой технологии автоматизированного машиностроения. Поступила 08.04.03.