

Рис. 3. Структурная схема регулятора

Нефтегазовая промышленность знает единичные примеры производства четырех- и пятипоршневых насосов, однако многопоршневые насосы еще не получили широкого применения. Реализуя алгоритм управления взаимным сдвигом входных валов при синхронном управлении насосов, возможно получить выходную характеристику подачи насосов, эквивалентную многопоршневому насосу.

Моделирование, разработка и эксплуатация технических систем в лесном комплексе

УДК 539.621

Студ. Э.И. Габайдуллина
Рук. С.Н. Исаков
УГЛТУ, Екатеринбург

ИЗУЧЕНИЕ ГРАНИЧНОГО ТРЕНИЯ

Первая формула, описывающая силу трения, была выведена гениальным человеком Леонардо да Винчи в 1519 г. Всем известное определение силы трения окончательно сформировалось в 1781 г. учеными Г. Амонтоном и Ш.О. Кулоном и формула приняла известный нам вид и используется до сих пор.

$$F_T = f_T N, \quad (1)$$

где F_T – сила трения, Н; N – сила реакции опоры, Н; f_T – коэффициент трения.

Изучением трения в России занимались такие великие ученые, как М.В. Ломоносов, Л. Эйлер, Н.Е. Жуковский и С.А. Чаплыгин, А.К. Зайцев и многие другие.

Исследования в России и за рубежом продолжаются, проводятся семинары и конференции, одни из самых масштабных – это Международные трибологические конгрессы.

Интерес к данной области знания многосторонний – научный, экономический, технический, экологический, энергетический и т.д.

Причины возникновения трения условно можно разделить на две части: адгезионную и когезионную [1].

Математическая модель сил трения представлена ниже [2]:

$$F_T = aS_\phi + bF_N, \quad (2)$$

где a – средняя интенсивность молекулярной составляющей силы трения; S_ϕ – фактическая площадь контакта (из-за микро- и макронеровностей фактическая площадь контакта не более 10 % от геометрической); b – коэффициент, характеризующий механическую составляющую сил трения (усилие среза или смятия микрорельефа); F_N – нормальная сила, действующая на сопрягаемые тела.

На практике же расчет по формуле (2) очень затруднен из-за многофакторной зависимости от материалов, их структуры, температуры (которая будет при трении увеличиваться), способа изготовления и обработки, оксидных пленок, от характера шероховатости, макронеровностей и т.д. Поэтому в инженерных расчетах используют формулу (1). А коэффициент трения определяется эмпирически, т.е. экспериментально на машинах трения, аналогом которой является прибор ТММ-32 на кафедре «ТМиОЦБП». Прибор используется на лабораторных работах по курсу «Трибология и триботехника».

Исследования проводились на следующих парах трения: алюминий – медь; алюминий – сталь; алюминий – серый чугун; сталь – медь; сталь – сталь; сталь – серый чугун.

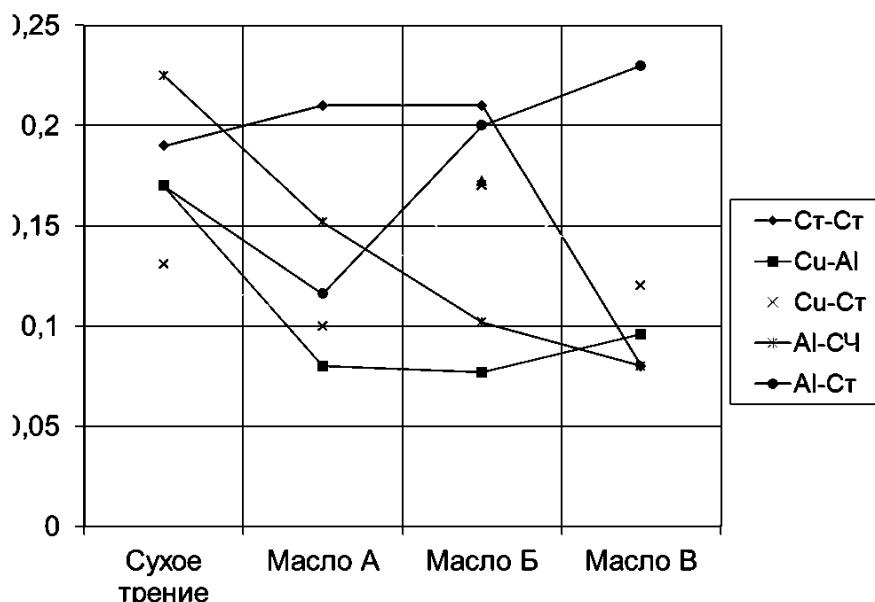
Результаты определения коэффициентов трения в различных парах трения при различной смазке, а также их характеристики представлены в таблице.

Для визуализации данных представим графики изменения коэффициента трения на рисунке.

Результаты получились неоднозначные: в ряде замеров явные ошибки, связанные с ошибкой измерения при проведении эксперимента, в ряде – неправильно снятые показания.

Экспериментальные данные при различных трении и смазке

Пары трения	Сухое трение	Масло А	Масло Б	Масло В	Растительное масло
Ст-Ст	0,19	0,21	0,21	0,08	-
Al-Cu	0,17	0,08	0,077	0,096	0,07
Ст-Cu	0,131	0,1	0,17	0,12	0,11
Al-CЧ	0,225	0,152	0,102	0,08	0,51
Al-Ст	0,17	0,116	0,2	0,23	0,33
Типы масел и их характеристики	Масло	Mobil 1 NL	Mobil 1 X3000	Литол 24	-
	Класс возм.	5W- 30	OW-40	-	-
	Кин. вязкость при 40° С, сСт	53	75	-	32,3
	Кин. Вязкость при 100°, сСт	9,6	13,5	-	7,7



Экспериментальные данные коэффициентов трения

Зависимость коэффициентов трения от режима трения представлена ниже.

	Коэффициент трения
Сухое трение	0,15...0,3
Смешанное трение	0,08...0,2
Жидкостное трение	0,003...0,1

Но даже при полном разделении тел слоем смазки коэффициент может «находиться» в зоне смешанного трения или даже сухого. Дело в том, что силы трения в жидкости условно отражают её вязкость. А вязкость масла зависит от температуры. Рабочая температура масла может

находиться в интервале от 80 до 90 °С, в лаборатории возможности поддержания температуры на таком постоянном уровне нет и поэтому эксперимент проводился при комнатной температуре (21 °С). Если бы температура была оптимальной, то вязкость (а соответственно и трение) уменьшилась бы в десятки раз.

Исходя из вышеизложенного показания должны быть связаны с вязкостью смазок. При использовании смазки сила трения должна уменьшиться, как и в следующих парах трения: медь – алюминий, медь – сталь, алюминий – чугун, алюминий – сталь. Если сравнивать жидкие смазки, то вязкость у смазки А меньше, чем у смазки Б, т.е. при использовании смазок трение во втором случае будет больше, например, как в парах алюминий – медь, сталь – медь, алюминий – сталь. При использовании консистентных смазок вместо жидких силы трения увеличиваются в парах алюминий – медь, алюминий – сталь.

Вывод: при конструировании узлов, например подшипника, нужно обеспечить оптимальные условия смазывания, а также при подборе смазки уделить внимание её типу (жидкая, консистентная или твердая) и рабочим интервалам температур.

Библиографический список

1. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: учебник для вузов / под ред. Д.Г. Громаковского; Самар. гос техн. ун-т. Самара, 2000. 268 с.
2. Санников А.А., Куцубина Н.В., Витвинин А.М. Надежность машин. Трибология и триботехника в оборудовании лесного комплекса: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. 145 с.

УДК 62.235

Студ. А.С. Горбатов
Рук. С.Н. Исаков
УГЛТУ, Екатеринбург

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ ОК-228

В технологическом процессе добычи и обогащения титаномагнетитовых руд и железно-ванадиевого концентрата множество стадий, одна из которых – это процесс получения окатышей, который включает подготовку порошка из бентонитовой глины, дозированную шихтовку концентрата, смешивание компонентов шихты, окомкование шихты в чашевых грануля-