

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ МИШИН СИАМ и ИК-77.

На машины СИАМ и ИК-77 необходимо установить электронные блоки с возможностью подключения к персональному компьютеру, как по проводному каналу связи, так и по беспроводному.

Каждый электронный блок должен иметь соответствующие входы и выходы для ввода сигналов и управления исполнительными механизмами:

- частоты вращения (скорости скольжения);
- момента трения;
- температуру;
- управление электромеханическим приводом;
- управление пневмоклапаном.

Для ПК (ноутбук) разработать программу, управляющую процессом испытаний образцов на машинах СИАМ и ИК-77. Программа должна предоставлять возможность ввода цифровых значений режимов испытаний и выполнять функции независимого управления машинами. Все данные полученные в процессе испытаний должны сохраняться в файле формата Excel для выполнения последующих расчетов с распечаткой протоколов испытаний.

1. ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. Испытания проводят на машине трения типа СИАМ, схема которой показана на черт. 3.

Машина трения СИАМ имеет станину, на которой установлены две бабки – подвижная и неподвижная. В неподвижной бабке расположен рабочий вал, на одном конце которого находится приводной шкив, а на другом образцедержатель, в котором установлено металлическое контртело. На валу подвижной бабки расположен второй образцедержатель, где размещены два одновременно испытываемых фрикционных образца.

В качестве нагружающего устройства, смонтированного на подвижной бабке, используется груз, установленный на одном из рычагов двухрычажной системы нагружения.

Измерителем момента трения является маятник, связанный с имеющим возможность поворота валом образцедержателя фрикционных образцов, по углу отклонения маятника, фиксируемому на измерительной шкале, судят о величине момента трения.

Машина снабжена устройством для обеспечения режима работы узла трения при циклическом взаимодействии трущихся поверхностей – режим "торможение-пауза". Управление грузовым рычагом нагружающего устройства, обеспечивающим его подъем во время паузы и опускание во время торможения является поводок штока пневмоцилиндра (возможно применение для тех же целей электромагнита). Управление нагружающим устройством автоматическое, необходимая заданная продолжительность торможения обеспечивается реле времени.

Машина трения должна обеспечивать задание и (или) измерение следующих параметров с указанной предельной погрешностью:

частоты вращения (скорости скольжения) с погрешностью $\pm 2,5\%$;
давления на образцы с погрешностью $\pm 2,5\%$;
продолжительности торможения $\pm 0,1$ с;
момента трения с погрешностью $\pm 5\%$.

Температуру в зоне трения образцов измеряют прибором класса точности не ниже 1,5. Термопару термоэлектрического преобразователя типа ТХК по ГОСТ 3044-88 устанавливают в отверстие фрикционного образца диаметром $(1,3+0,1)$ мм (см. черт.1). Термоэлектроды термоэлектрического преобразователя изготавливают из проволоки диаметром $(0,5-0,05)$ мм по ГОСТ 1790-77.

1.2. Для измерения толщины образцов применяют микрометр типа МК 25-1 по ГОСТ 6507-78.

2. ПОДГОТОВКА ИСПЫТАНИЯ

2.1. Устанавливают заданную испытательную нагрузку N (осевое усилие) путем перемещения груза по грузовому рычагу системы нагружения испытательной машины

Заданную нагрузку N (Н) вычисляют по формуле:

$$N=100 \cdot p \cdot A, \quad (1)$$

где: p - заданное номинальное давление, МПа;

A -номинальная площадь трения двух одновременно испытываемых образцов, см^2 (два образца размером (14×18) мм имеют в сумме номинальную площадь $A = 5,04 \text{ см}^2$).

Место расположения груза на грузовом рычаге системы нагружения испытательной машины, при которой обеспечивается полученное по формуле (1) необходимое осевое усилие N следует определять, пользуясь образцовым динамометром сжатия, например, марки ДОСМ-3, который предназначен для проверки испытательных рабочих средств измерений в соответствии с ГОСТ 8.065-85. Динамометр сжатия устанавливают между образцедержателями машины трения и перемещая груз по грузовому рычагу системы нагружения находят его положение, при котором обеспечивается заданное осевое усилие (давление) на образцы.

2.2. Металлическое контртело перед испытанием очищают шлифовальной шкуркой зернистостью не более 16 по ГОСТ 3647-80.

2.3. Фрикционные образцы устанавливают в гнезда образцедержателей и, вращая маховичок привода перемещения подвижной бабки, сближают до соприкосновения рабочих поверхностей так, чтобы грузовой рычаг установился горизонтально (проверяют уровнем) и осевая нагрузка полностью передавалась на образцы, прижимая их контртелу.

2.4. Для измерения объемной температуры в зоне трения термопару термоэлектрического преобразователя устанавливают в отверстие фрикционного образца ($d=1,3+0,1$ мм) так, чтобы ее головка касалась дна отверстия (см. черт.1).

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

3.1. Наименование этапов испытания и условия испытаний приведены в таблице 1.

Наименование этапов испытаний	Номинальное давление, МПа	Скорость* скольжения, м/с (частота вращения контртела, об/мин)	Время торможения, С	Температура ** начала торможения, °С
Приработка	2±0,02	10,5 (3135)	3±0,1	50
Определение зависимости коэффициента трения от температуры и интенсивности изнашивания	2±0,02	10,5 (3135)	3	50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450

*Скорость скольжения вычисляют по расчетному радиусу $R_{тр} = 0,032$ м

** Допуск на температуру $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

3.2. Приработку считают законченной, если по всей номинальной поверхности трения фрикционных образцов появляются следы трения.

3.3. Измеряют толщину фрикционных образцов микрометром в трех равноудаленных точках по среднему радиусу трения с точностью до 0,01 мм перед испытанием.

3.4. Определение зависимости коэффициента трения от температуры получают проведением ряда последовательных торможений.

При каждой температуре, указанной в таблице, проводят по 5 торможений. Последние три торможения в каждой серии из 5 торможений являются зачетными, во время которых фиксируется конечная температура и соответствующий ей момент трения. Испытания прекращают по окончании последней серии торможений, либо по достижении конечной температуры 480°C при зачетных торможениях (независимо от температуры начала торможения, например, 400 или 450°C). В случае, если температура в узле трения не развивается до значений, указанных в таблице, испытания прекращаются после 60 торможений (при этом следует учитывать торможения, выполняемые при переходе с одного температурного уровня на другой, например, при переходе от 50°C к 100°C , от 100°C к 150°C и т.д.).

3.5. Измеряют толщину фрикционных образцов микрометром в трех равноудаленных точках по среднему радиусу трения (см.п.4.3) с точностью до 0,01 мм после испытания.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Вычисляют среднее арифметическое момента трения мер для каждой группы из трех зачетных торможений и среднее значение

конечной температуры, полученных по п.4.4.

4.2. Вычисляют средний коэффициент трения $F_{ср}$ для каждой группы из трех зачетных торможений по формуле:

$$F_{ср} = \frac{M_{ср}}{R \times N}$$

$M_{ср}$ - средний момент трения Н х м, полученный по п.5.1

R - радиус трения, равный 0,032 м;

N - испытательная нагрузка, Н, полученная по п.3.1, равная 1008Н.

Учитывая конкретные значения величин, входящих в формулу (2), применяют следующее выражение для вычисления коэффициента трения:

$$F_{ср} = \frac{M_{ср}}{R \times N}$$

Точность вычисления до 0,001, степень округлений до 0,01.

Погрешность метода определения коэффициента трения не превышает $\pm 6\%$.

4.3. Строят график, откладывая по оси ординат температуру (п.4.4), а по оси абсцисс коэффициент трения (п.5.2).

4.4. Вычисляют средний коэффициент трения за весь цикл испытания $F_{ср.ц}$, как среднее арифметическое значений, полученных по п.5.2.

Точность вычисления до 0,001, степень округления до 0,01.

4.5. Вычисляют средний линейный износ пары образцов Δh (мм), как среднюю арифметическую разность толщин обоих образцов соответственно до испытания (п. 4.3) и после испытания (п.4.5).

4.6. Вычисляют интенсивность изнашивания J в м³/Дж по формуле:

(2)

$$X = \frac{M_1 - M}{M} \times 100$$

где: M - масса образца до испытания, г;

M_1 - масса образца после испытания, г.

За результат испытания партии принимают среднее арифметическое значение 3-х определений.

Точность вычисления до 0,001, степень округления до 0,01.

5. Определение фрикционной теплостойкости

(коэффициента трения и энергетической интенсивности изнашивания по массе)

5.1. Коэффициент трения и энергетическую интенсивность изнашивания по массе определяют на лабораторной машине трения (рисунок 2) типа ИК-90 или ее модификациях ИК-77,обеспечивающих заданные условия испытаний.

5.1.1. Для проведения испытания из каждого изделия, отобранного для проведения испытания, вырезают один образец, конфигурация и размер которого должен соответствовать рисунку 1. Высота образца H должна быть

равна толщине изделия, но не более 15 мм. Ось вращения образца должна совпадать с нормалью к поверхности трения.

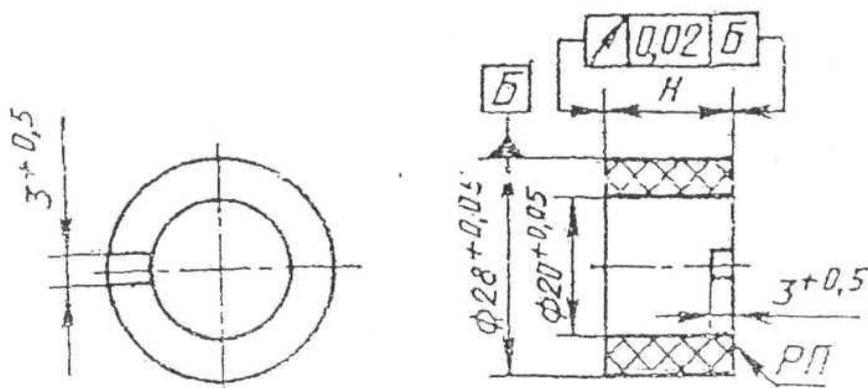


Рисунок 1

Пара трения состоит из двух кольцевых образцов, трущихся торцами, наружный диаметр образцов 28 мм, внутренний 20 мм.

Параметр шероховатости поверхности трения металлического образца (контртела по ГОСТ 2789) должен быть 1,25 мкм. Материал контртела чугун марки СЧ 15 по ГОСТ 1412.

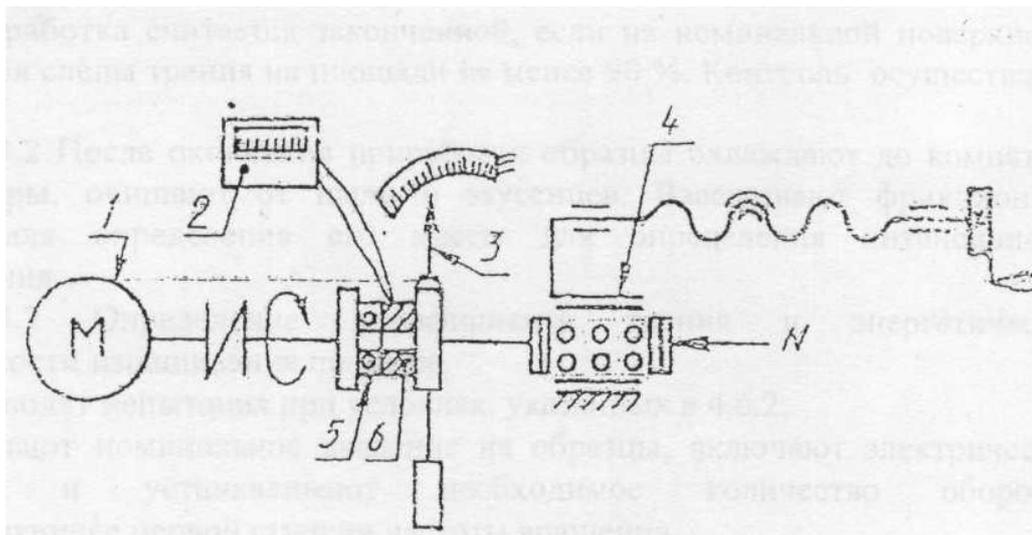


Рисунок 2

1-двигатель; 2- потенциометр; 3- маятниковый силоизмеритель;
4- нагружающее устройство; 5- фрикционный образец;
6- металлический образец

5.1.2. Момент трения определяют по углу отклонения маятника, фиксируемому на измерительной шкале.

5.1.3. Температуру в зоне трения образцов измеряют прибором класса точности не ниже 1,5. Термоэлектроды термоэлектрического преобразователя изготавливают из проволоки диаметром (0,5 -0,05) мм по ГОСТ 1790.

5.1.4. Весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104 с погрешностью взвешивания не более 0,005 г.

5.2. Условия испытаний:

- номинальное давление на образцы - 1,5 МПа;
- частота вращения фрикционного образца (1,67-100) с-1;
- ступени частот вращения 100, 200, 500, 700, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 мин-1;
- температура испытания - до достижения температуры 700°C;
- время испытания образца на каждой ступени частоты вращения (15,0±0,5) мин.

5.3. Проведение испытания

5.3.1 Перед испытанием проводят совместную взаимную приработку фрикционного образца и контртела при номинальном давлении, указанном в Частота вращения фрикционного образца должна быть такой, чтобы температура в зоне трения не превышала (100-120) °С.

Приработка считается законченной, если на номинальной поверхности появляются следы трения на площади не менее 90 %. Контроль осуществляют визуально.

5.3.2. После окончания приработки образцы охлаждают до комнатной температуры, очищают от пыли и заусенцев. Взвешивают фрикционный образец для определения его массы для определения интенсивности изнашивания.

5.3.3. Определение коэффициента трения и энергетической интенсивности изнашивания по массе.

Проводят испытания при условиях, указанных в 5.2.

Создают номинальное давление на образцы, включают электрический двигатель и устанавливают необходимое количество оборотов, соответствующее первой ступени частоты вращения.

На 10 и 15 минутах испытания измеряют одновременно момент трения и температуру трения каждой ступени частоты вращения.

По истечении времени испытания на одной ступени частоты вращения машину на ходу переключают на следующую более высокую ступень вращения и продолжают испытание.

Для измерения частоты вращения при переходе от одной ступени скорости к другой допускаются остановки машины в количестве не более двух продолжительностью не более 2 мин каждая.

Испытание заканчивают при достижении температуры 700°C.

Машину останавливают, образцы охлаждают до температуры (18+7)°С, очищают от пыли и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

5.4. Обработка результатов

5.4.1. Коэффициент трения для 10-й и 15-й минут испытания на

каждой ступени частот вычисляют по формуле 3:

$$f = \frac{M}{R-N} \quad (3),$$

где: M - момент трения, Н-м;

R - радиус трения, равный 0,012 м;

N - осевое усилие на образцы 375 Н.

Точность вычисления 0,001, степень округления до 0,01.

5.4.2. По результатам расчетов для каждого испытанного образца строят график зависимости коэффициента трения (по оси ординат) от температуры (по оси абсцисс). При построении графиков используют данные, полученные на 10 и 15 мин испытания для каждой ступени частоты вращения.

Партия считается прошедшей приемо-сдаточные испытания по коэффициенту трения, если все графики уложились в эталонную область или суммарное количество выпадений из эталонной области не превышает 7% от общего количества снятых показаний.

5.4.3. Энергетическую интенсивность изнашивания фрикционного металлического образца (I_m) в мкг/Дж вычисляют по формуле 4:

$$I_m = \frac{10^6(m - m1,)}{f_{cp} - N - L}$$

где: m - масса образца после приработки, г;

$m1$ - масса образца после всего цикла испытания, г;

f_{cp} - среднее арифметическое коэффициентов трения за цикл испытания (для всех ступеней испытания);

N - осевое усилие прижима образца, равное 375 Н;

L - путь трения за весь цикл испытания в метрах, определяемый по таблице 2.

Частота вращения		Путь трения	
мин ⁻¹	с ⁻¹	за 15 мин	За весь цикл испытания
100	1,67	114	114
200	3,33	228	342
500	8,33	570	912
700	11,67	798	1710
1000	16,67	1140	2850
2000	33,33	2280	5130
3000	50,0	3420	8550
4000	66,6	4560	13110
5000	83,33	5700	18810
6000	100,0	6839	25649

5.4.4. За показатель энергетической интенсивности изнашивания партии колодок принимают среднее арифметическое результатов испытания всех образцов данной партии.