

**Утверждаю**

Заместитель Руководителя Федерального агентства  
по техническому регулированию и метрологии

\_\_\_\_\_ Пугачёв С.В.

\_\_\_\_\_

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ  
МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ  
ПРОВЕРКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ  
НАГРЕВА ОБМОТОК ПРИВОДА СВЕРЛИЛЬНЫХ МАШИН**

**Москва  
2008**

## АННОТАЦИЯ

Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии утверждена 31.03.2008 г. «Методика проведения межлабораторных сравнительных испытаний для проверки компетентности испытательных лабораторий нагрева обмоток привода сверлильных машин».

Данная методика в соответствии с Приказом Федерального агентства от 29 сентября 2005 г. № 1273 разработана АНО РЭМС «Российские Электрические Машины. Сертификация» назначенным данным приказом координатором по проведению межлабораторных сравнительных испытаний продукции по требованиям нагрева обмоток привода сверлильных машин.

Методика направлена на повышение качества испытаний, проводимых в испытательных лабораториях нагрева обмоток машин и обеспечение их воспроизводимости с зарубежными испытательными лабораториями.

Проведение межлабораторных сравнительных испытаний основано на использовании установленного опорного образца сверлильной машины, по результатам испытаний которого, осуществляется проверка воспроизводимости результатов измерений по нагреву обмоток в испытательной лаборатории-заявителе, с такими же измерениями в базовой испытательной лаборатории.

Предел воспроизводимости (повторяемости) при проведении межлабораторных сравнительных испытаний регламентируется величиной допустимой несходимости  $\Delta s(v)$ , установленной базовой испытательной лабораторией АНО РЭМС с учетом положений РМГ 43-2001.

При разработке методики учтены требования ГОСТ Р МЭК 60745-2-1-2006 и ГОСТ Р МЭК 60745-1-2005 регламентирующие основные требования, предъявляемые к проведению испытаний по данной процедуре.

Результаты межлабораторных сравнительных испытаний, проведенных в соответствии с данной методикой, будут учитываться Федеральным агентством при аккредитации испытательных лабораторий нагрева обмоток привода сверлильных машин и проведении инспекционного контроля за их деятельностью.

## Содержание

Введение .....	3
1. Область применения .....	3
2. Нормативные документы .....	3
3. Определения .....	4
4. Общие положения .....	4
5. Методика и порядок проведения испытания на нагрев .....	5
6. Методика определения величины допустимой несходимости при повторяемости испытаний на нагрев .....	10

## Приложения

А. Протоколы испытаний опорного образца на НАГРЕВ ( №№ 1, 2, 3 ) .....	12
Б. Протоколы на ПОВТОРЯЕМОСТЬ ( СХОДИМОСТЬ ) результатов испытаний на нагрев .....	17
В. Таблица допустимых погрешностей измерений .....	34
Г. Образцы (формы) протоколов по оформлению результатов испытаний ( для проведения межлабораторных сравнительных испытаний ) .....	35

## Введение

Настоящая методика разработана в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29. 09. 2005 г. № 1273 , с учётом требований национальных стандартов ГОСТ Р МЭК 60745-1 - 2005 , ГОСТ Р МЭК 60745 - 2 – 1- 2006 , ГОСТ Р ИСО 5725-1- 2002 и положений РМГ 43 – 2001.

Установленный в методике алгоритм проведения и оценки результатов проведения межлабораторных сравнительных испытаний применяется для проверки компетентности испытательных лабораторий технических средств по выполнению требований определения превышения температуры обмоток ( нагрева ) сверлильных машин при осуществлении ими испытаний на соответствие регламентируемым нормам по перегреву.

Проведение межлабораторных сравнительных испытаний основано на использовании единой методики, отражающей выполнение требований соответствующих положений стандартов, требований к средствам измерений и допустимым погрешностям при измерении, последовательности и методам испытаний.

Настоящая методика может быть уточнена при внедрении каких-либо дополнительных требований ( или изменений к ним ) , согласно получаемой информации.

### 1. Область применения

Данная методика устанавливает порядок проведения межлабораторных сравнительных испытаний ( МСИ ) для оценки компетентности испытательных лабораторий технических средств по требованиям, предъявляемым к определению перегрева обмоток сверлильных машин с приводом от однофазных коллекторных двигателей.

### 2. Нормативные документы

ГОСТ Р МЭК 60745- 1 – 2005. Машины ручные электрические . Безопасность и методы испытаний. Часть 1. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р МЭК 60745- 2 –1 -2006. Машины ручные электрические . Безопасность и методы испытаний. Часть 2-1. Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам.

ГОСТ Р ИСО 5725-1- 2002 . Точность ( правильность и прецизионность ) методов и результатов измерений . Часть 1. Основные положения и определения.

ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 . Точность ( правильность и прецизионность ) методов и результатов измерений. Использование значений точности на практике.

РМГ 43- 2001. Государственная Система обеспечения единства измерений. Применение Руководства по выражению неопределенности измерений.

### 3. Определения

#### 3.1 Межлабораторные сравнительные испытания (МСИ)

Организация, проведение и оценка испытаний одного и того же объекта двумя или большим числом испытательных лабораторий в соответствии с заранее установленными условиями.

#### 3.2 Проверка компетентности испытательной лаборатории

Определение качества испытаний, осуществляемых в конкретно взятой испытательной лаборатории, путём проведения межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ).

#### 3.3 Базовая испытательная лаборатория

Лаборатория, специализирующаяся в области ручных электрических машин, имеющая аккредитацию международной электротехнической комиссии (МЭК).

#### 3.4 Опорный образец

Образец сверлильной машины, прошедший испытание на повторяемость по оценке нагрева обмоток в лаборатории, имеющей аккредитацию.

#### 3.5 Регламентируемая величина допустимой несходимости - $\Delta s(v)$

Допустимое отклонение в процентах между измеренными значениями по перегреву обмоток в конкретно взятой испытательной лаборатории и данными опорного образца, измеренными в базовой испытательной лаборатории.

#### 3.6 Повторяемость (сходимость)

Условия, при которых независимые результаты измерений получают одним и тем же методом на идентичных объектах испытаний, в одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, на одном и том же оборудовании, в пределах короткого промежутка времени.

#### 3.7 Условия воспроизводимости

Условия, при которых независимые результаты испытаний получают одним и тем же методом, на идентичном объекте испытаний в разных лабораториях, с использованием различного оборудования.

#### 3.8 Нагрев

Определение температуры превышения обмоток привода сверлильной машины при различных испытательных напряжениях и сохранении неизменным при этом крутящего момента, при продолжительном номинальном режиме работы, до достижения состояния теплового равновесия.

#### 3.9 Состояние теплового равновесия

Установившееся тепловое состояние обмоток (тепловой баланс), при котором последние 2-3 отсчёта измерения сопротивления обмоток дают в основном повторяющиеся по температуре перегрева результаты (достаточно близкие значения по активному сопротивлению).

#### 3.10 Продолжительный номинальный режим работы

Режим работы машины при неизменной нагрузке, продолжающейся столько времени, что превышение температуры обмоток над температурой окружающей среды достигает практически установившегося значения.

### 4. Общие положения

4.1 Сходимость результатов измерений по перегреву обмоток, проведенных испытательными лабораториями, оценивается относительно результатов измерений опорного образца сверлильной машины, выполненных базовой лабораторией АНО РЭМС, имеющей аккредитацию МЭК.

4.2 Образец сверлильной машины (именуемый, как опорный) должен иметь чёткую маркировку фирмы-изготовителя, с указанием основных технических данных, необходимых для проведения испытаний на нагревание согласно требований ГОСТ.

До проведения этого испытания машина не должна подвергаться никаким другим видам испытаний, кроме испытаний на нагрев.

4.3 Опорный образец, предназначенный для проведения межлабораторных сравнительных испытаний должен быть следующим :

- комплектоваться сверлильным патроном с ключом ;
- выполнен вывод проводов от одной из полюсных катушек статора для замера сопротивления обмотки;
- обеспечен подход к обмотке якоря под измерительные щупы омметра для замера сопротивления через ламели коллектора ( для чего выполнены специальные окна на рукоятке в местах расположения коллектора или , если потребуется, на корпусной детали двигателя машины )
- на ламелях коллектора нанесены метки керном ( измеряемые ламели выбраны вне зоны расположения щёток ), число задействованных секций, подлежащих измерению сопротивления обмотки должно быть не менее двух ;
- переключатель режима работы установлен на режим сверления ; при наличии 2-х скоростного исполнения редуктора механический переключатель установлен на низшую ступень по скорости, а электронный регулятор скорости на положение , соответствующее максимальной частоте вращения шпинделя на холостом ходу ;

4.4 Протокол испытания опорного образца на нагрев обмоток хранится в базовой лаборатории. Сходимость результатов сравнительных испытаний, проведенных другими испытательными лабораториями оценивается в присутствии исполнителя при наличии Протокола испытаний с опорным образцом - специалистами базовой лаборатории.

Заключение о сходимости результатов испытаний выдаёт базовая лаборатория АНО РЭМС, в установленном порядке.

## 5. Методика и порядок проведения испытаний на нагрев

Настоящая методика ориентирована на единый порядок проведения испытаний на нагрев, учитывая специализированный подход к испытанию ручного электроинструмента и соответствующие положения требований нормативных документов, таких как ГОСТ Р МЭК 60745-1-2005, ГОСТ Р МЭК 60745 -2-1-2006 , а также общих положений и рекомендаций, относящихся к промышленным испытаниям электрических машин.

При наличии технических средств, которыми располагают различные испытательные лаборатории и использовании единого метода и порядка проведения испытаний по данной процедуре, в конечном итоге должны быть получены в условиях повторяемости идентичные результаты по нагреву , при испытании одного и того же образца машины относительно данных, полученных базовой испытательной лабораторией.

Отличия ( несходимость), которые могут иметь место, но в пределах установленного при испытании базовой лабораторией показателя допустимой несходимости  $\Delta s(v)$  , позволят подтвердить компетентность той или иной испытательной лаборатории и соответственно их технических средств , при проведении испытаний на нагревание .

Достоверность результатов непосредственно зависит от класса точности оборудования технических средств и их погрешностей измерений, степени подготовленности операторов и чёткого соблюдения последовательности выполнения испытаний согласно методике.

В данной методике приведены результаты измерений сверлильной машины ( опорный образец) одно-скоростной, ударно-вращательного действия, реверсивной, с электронным регулированием скорости фирмы Schorpfel мод. HD 6004 со следующими техническими параметрами, указанными на шильдике :

номинальное напряжение - $U_n$	230 В
номин. потребляемая мощность - $P_1$	650 Вт
частота вращения на шпинделе – $n_0$	0-2800 об/ мин
макс. диаметр сверления $\varnothing$	13 мм

### 5.1 Подготовка образца, подлежащего испытанию на нагрев

Степень подготовленности опорного образца должна соответствовать пункту 4.3 раздела 4 “ Общие положения “. Температура окружающей среды в зоне проведения испытаний не должна допускать сквозняков и находиться в пределах  $20 \pm 5$  °С .

До начала испытаний , на обесточенной машине ( вилка шнура д.б. вне любого токоподводящего устройства) измеряют в практически холодном состоянии сопротивление обмоток статора и якоря ( см. примечание к Протоколу № 2 , Приложение А ). После получения не менее трёх одинаковых значений по каждой из обмоток, фиксируют окончательно величину сопротивлений (  $R_1$  ) и фактическую температуру окружающей среды до начала испытаний (  $t_1$  ).

### 5.2 Проведение испытаний по Протоколу № 1 ( см. Приложение А )

Согласно Протоколу №1 на данном этапе выполняют измерение параметров холостого хода, после чего машину устанавливают на стенд, обеспечивающий измерение вращающего момента и выполняют необходимые измерения.

Параметры холостого хода фиксируют только по достижению устойчивых показаний тока и потребляемой мощности .

При установке в сверлильный патрон тормозного диска ( или другого узла, позволяющего обеспечить передачу момента ) , до испытаний под нагрузкой, измеряют параметры с тормозным диском , при этом ток и потребляемая мощность не должны превышать более, чем на 10 % данные , ранее полученные на холостом ходу машины с патроном .

При работе машины с тормозным диском ( см. примечание к Протоколу №1) машина не должна иметь повышенной вибрации по корпусу и рукоятке, и в связи с этим ухудшения коммутации. В противном случае, при испытании на нагревание указанные явления могут отрицательно повлиять на достоверность полученных результатов.

После измерения параметров холостого хода сверлильную машину ( опорный образец ) устанавливают в моментометр и плавно подавая напряжение и нагрузку , машину нагружают до номинальной потребляемой мощности . По достижению установившихся значений тока и потребляемой мощности  $P_1$  ( по времени порядка 10 – 15 мин ) окончательно фиксируют при номинальной потребляемой мощности величину номинального крутящего момента  $M_n$  и другие параметры согласно Протокола № 1 ( т.е. контроль номинальной точки при напряжении  $U_n$  ).

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 60745 -2-1 -2006 “ Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам “ испытание на нагрев выполняют в продолжительном режиме, при нагрузке моментом , равным 0.8 номинального момента, ранее полученного при достижении номинальной потребляемой мощности .

После установления номинального момента , снижают нагрузку до величины момента  $M=0.8 M_n$  и фиксируют параметры при номинальном напряжении .

Все дальнейшие испытания на нагрев, при различных испытательных напряжениях , выполняют при под

держании неизменным установленного значения крутящего момента , равного **0.8 Мн** .  
Обязательным условием при проведении испытаний является питание машины от стабилизированного источника питания , обеспечивающего точность поддержания выходного стабилизированного напряжения с погрешностью измерения  $\pm 1\%$  ( см. Приложение В методики ).

Таким образом, на данном этапе , до проведения испытания на нагрев, измеряют исходное значение сопротивления статора и якоря в практически холодном состоянии, параметры холостого хода опорного образца ( в т.ч. с тормозным диском), определяют номинальный момент и значение момента, при котором согласно ГОСТ предписано проведение испытаний на нагрев.

### 5.3 Проведение испытаний по Протоколу № 2 ( см. Приложение А )

Испытание на нагрев выполняют при трёх испытательных напряжениях. При номинальном напряжении  $U_n$  , машина работает под нагрузкой при  $M = 0.8 \text{ Мн}$  до достижения состояния теплового равновесия (см. п.3.9 раздел 3“Определения“) . После чего, при сохранении неизменным установленного крутящего момента , машину испытывают при пониженном напряжении  $U = 0.94 U_n$  , затем на повышенном напряжении  $U = 1.06 U_n$ , с целью определения какое из них наиболее неблагоприятно с т.зр. перегрева обмоток.

Длительность достижения состояния теплового равновесия различна для каждой из машин, т.к. зависит от их конструктивного исполнения , скоростных и мощностных параметров. Менее скоростные машины обладают большим сопротивлением обмоток ( в частности, статор ) и для достижения теплового баланса требуется большее время. При этом , время достижения теплового равновесия может находиться в пределах от 80 до 100 минут, при продолжительном режиме работы под нагрузкой и номинальном напряжении.

Практически, время наступления теплового баланса неодинаково для различных частей машины и тем оно меньше, чем лучше охлаждается тот или иной узел. Так, температура обмоток вращающихся частей ( якорь) устанавливается быстрее, чем неподвижных ( статор ) , т.к. первые лучше омываются охлаждающей средой.

Учитывая вышеизложенное, достижение состояния теплового равновесия по обмотке статора, как более доступной для измерения температуры , может служить достаточным основанием считать, что и температура обмотки вращающейся части ( якоря ) - установилась.

Определение состояния теплового равновесия на опорном образце ( посредством контроля сопротивления обмотки статора )

На практике, установившееся тепловое состояние считается тогда, когда последние 2-3 отсчёта измерений сопротивления (в основном по статору) дают повторяющиеся (достаточно близкие) результаты. Интервал между этими отсчётами должен быть через равные промежутки времени, а каждый из отсчётов должен включать не менее трёх замеров через одинаковые интервалы времени. Продолжительность каждого из интервалов не должна превышать время, протекшее от момента отключения машины до момента первого измерения .

Согласно ГОСТ Р МЭК 60745-1-2005 ( см. пункт 2) рекомендуется измерять сопротивления обмотки в конце испытания как можно скорее после отключения машины, а затем через короткие интервалы времени , чтобы построить кривую зависимости сопротивления от времени  $R = f(t)$  - для экстраполяции значения сопротивления на момент отключения.

В связи с тем , что измерение сопротивления обмотки статора ( как неподвижной части ) значительно проще , чем якоря - на данном опорном образце, выводные концы от полюсной катушки статора предварительно , через переключатель, соединяют с измерительными щупами цифрового омметра . Принятая схема соединений позволяет быстро, за время в пределах 5 сек отключить машину и выполнить первый замер сопротивления обмотки сразу с момента отключения (под отключением машины следует понимать изъятие вилки шнура из любого токоподводящего устройства ).



Согласно Протоколу № 2 (см. табл.) тепловой баланс на данном образце был достигнут по истечению 80 минут работы ( первое измерение ), при этом следующие три измерения ( 2,3 и 4- табл.) с интервалом через 10 мин имели близкие значения сопротивлений, т.е. обмотка статора достигла установившиеся значения по температуре нагрева. При этом, каждое из выполненных 3-х отсчётов измерений соотояло из пяти замеров ( 1- 5 ) через равные промежутки времени по 5 сек .

Графа “ среднее “ (см.табл.) показывает усреднённое сопротивление обмотки по пяти замерам каждого из отсчётов измерений ( 2,3,4) в виде среднего арифметического значения ( столбец выделен жирным шрифтом). На базе усреднённых значений выполняют построение зависимости сопротивления от времени  $R = f(t)$  и методом экстраполяции находят истинное сопротивление обмотки статора на момент отключения машины достигшей теплового баланса ( см. график экстраполяции  $R$  - при  $U = U_n$  ).

После измерения сопротивления обмотки статора, повторно , плавно, включают машину с поддержанием того же режима работы при номинальном напряжении. По истечению 5 мин работы (это достаточно т.к. машина прогрета) , образец отключают и измеряют сопротивление обмотки якоря посредством измерительных щупов , установленных оператором на пластинах коллектора в местах кернения. При этом также выполняют пять замеров через равные промежутки времени – 5 сек. Как правило, на достаточно нагретой машине ( при достижении теплового баланса ) сопротивление обмотки якоря в процессе измерения практически не изменяется. Результаты измерений по пяти замерам заносят в таблицу Протокола №2 ( см. графу при  $U_n$  ).

После измерения сопротивления обмоток статора и якоря при номинальном напряжении 230 В, образец продолжает работать под нагрузкой сначала при пониженном напряжении 216 В ( $U = 0.94 U_n$ ), затем при повышенном напряжении 244 В ( $U = 1.06 U_n$ ) . При этом поддерживают неизменным тормозной момент  $M = 0.8 M_n$  .

На каждом из испытательных напряжений выполняют измерения сопротивлений по обмотке статора и якоря. Так как на предыдущем режиме работы образец считается достигнутым состоянием теплового баланса, то по истечению 10 мин работы на пониженном напряжении машину отключают и выполняют сначала измерение сопротивления обмотки статора , затем повторно включают машину и после 5 мин работы под нагрузкой измеряют сопротивление обмотки якоря.

В аналогичной последовательности выполняют измерения обмоток после работы на повышенном напряжении.

Данные измерений по сопротивлениям вносят в соответствующие разделы таблицы Протокола №2 ( т.е. при напряжении 216 В и 244 В ), при этом фиксируют температуру окружающей среды  $t_2$  в конце испытаний, после работы на каждом из напряжений ( см.табл.) .

На базе измеренных значений сопротивлений по обмотке статора для напряжений 216 и 244 В выполняют построение зависимости  $R = f(t)$  и методом экстраполяции находят сопротивление обмотки статора на момент отключения машины ( см. график ) .

Относительно анализа окончательного значения по сопротивлению обмотки якоря при испытании на каждом из напряжений , следует учитывать примечания к Протоколу № 3.

На стадии проведения испытаний по Протоколу № 2 , при работе машины на соответствующих испытательных напряжениях , одновременно с измерением сопротивления обмоток измеряют энергетические параметры образца (  $U, P_1, I, M, n$  ), которые затем вносят в Протокол № 3.

#### 5.4 Проведение испытаний по Протоколу № 3 (см. Приложение А)

После измерения и получения конечных значений по сопротивлению обмотки статора и якоря, на данном этапе, выполняют расчёт превышения температуры обмоток (  $\Delta t_{ст}, \Delta t_{як}$  ) над температурой окружающей среды и фиксируют соответствующие каждому из испытательных напряжений энергетические параметры, измеренные под нагрузкой при одном и том же тормозном моменте  $M = 0.8 M_n$  .

Согласно ГОСТ Р МЭК 60745 -1-2005 значения превышения температуры обмотки  $\Delta t$  рассчитывают по формуле :

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \cdot (K + t_1) - (t_2 - t_1) \quad \text{где :}$$

**R1** - сопротивление обмотки в начале испытаний , Ом

**R2** - сопротивление обмотки в конце испытаний , Ом

**K** - 234 °С для медной обмотки

**t1** - температура воздуха в помещении вначале испытания , °С

**t2** - температура воздуха в помещении в конце испытания , °С

В таблице Протокола №3 приведены следующие значения, измеренные в результате испытаний на нагревание , согласно Протоколу №2 :

**R1** - сопротивление в практически холодном состоянии : для обмотки статора по одной полюсной катушке, для обмотки якоря по трём секциям

**R2** - сопротивление в конце испытаний : для статора согласно графику экстраполяции, для якоря согласно примечания к протоколу №3

Вышеизложенная методика и последовательность проведения испытаний на нагрев рекомендуется как базовая, при проведении межлабораторных сравнительных испытаний для проверки компетентности испытательных лабораторий НАГРЕВА обмоток сверлильных машин .

Настоящая методика одновременно позволяет выполнять испытания на соответствие сверлильных машин требованиям , предъявляемым к температуре превышения обмоток в зависимости от класса нагревостойкости изоляционных материалов , согласно нормам , регламентируемым ГОСТ Р МЭК 60745-1-2005 и условий нагрузки машин по ГОСТ Р МЭК 60745-2-1 2006.

При проверке компетентности испытательных лабораторий нагрева машин оценивается повторяемость результатов испытаний , проведенных соответствующими испытательными объектами в сравнении с результатами испытаний , полученными базовой лабораторией на опорном образце . При этом в качестве регламентируемого показателя является **величина допустимой несходимости -  $\Delta s(v)$**

**6. Методика определения величины допустимой несходимости при повторяемости испытаний на нагрев на одном и том же образце машины**

Проверка данного показателя предусматривает проведение испытаний на нагрев одного и того же типа сверлильной машины мод. HD 6004 ф. Schopfer ( именуемой, как опорный образец ), но в различные промежутки времени, на одном и том же оборудовании, одним и тем же оператором, при неизменных режимах и условиях испытаний аналогичных тем, которые приведены в Приложении А.

Согласно Протоколу на **ПОВТОРЯЕМОСТЬ** ( см. Приложение Б ), указанные в таблице цифры 1,2 и 3 соответствуют различным дням проведения испытаний в установленном ранее объёме (идентично испытаниям по Приложению А ), позволяющем в конечном итоге получить соответствующие значения по величинам перегрева обмоток статора и якоря ( см. протоколы согласно дате испытаний : 19, 20 и 21. 02.2008).

На базе данных, полученных по перегреву обмоток в различное время испытаний ( как основного параметра для оценки повторяемости ) выполнен расчёт относительного показателя несходимости  $S(V)$  при повторяемости испытаний одно и того образца, что позволило с учётом определенного коэффициента установить **показатель допустимой несходимости** -  $\Delta s(v)$ , %.

При проведении межлабораторных сравнительных испытаний различными испытательными лабораториями, при использовании соответствующих технических средств , значения по величине нагрева на одном и том же опорном образце **не должны превышать** установленного по данной методике **показателя величины допустимой несходимости  $\Delta s(v)$**

Порядок расчёта данного показателя приведен ниже. Обобщённые значения , полученные в результате испытаний при различных испытательных напряжениях  $U_n$ ,  $0.94 U_n$  и  $1.06 U_n$  и в разное время испытаний , а также результаты расчёта приведены в табл. 1.

Формула определения относительного показателя несходимости

$$S\left(\bar{v}\right) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(v_i - \bar{v}\right)^2}{n \cdot (n-1)}} \quad \% \quad \text{где :}$$

$\bar{V}$  - среднее арифметическое значение  $V_i$  измерений температуры превышения, обмоток ,°С

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad i= 1..... n ; \quad n = 1- 3$$

$n$  – количество ( раз - дней) испытаний опорного образца ( сверл.машина HD 6004, ф. Schopfer )

Таблица 1

U, В	$V_i$	n	$\bar{v}$	$v_i - \bar{v}$	$(v_i - \bar{v})^2$	$\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2$	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}{n \cdot (n-1)}}$	$S(\bar{v})$	Допуст. значение $\Delta s(\bar{v})$
<b>обмотка статора</b>									
230	89.85	3	89.803	0.047	0.0022	0.6082	0.3184	0.32	0.5
	90.33			0.527	0.2777				
	89.23			-0.573	0.3283				
216	98.22	3	97.726	0.494	0.244	1.0375	0.416	0.42	
	98.06			0.334	0.1115				
	96.9			-0.826	0.682				
244	88.92	3	88.576	0.344	0.1183	0.5907	0.314	0.32	
	88.86			0.284	0.0806				
	87.95			-0.626	0.3918				
<b>обмотка якоря</b>									
230	70	3	68.3	1.7	2.89	4.748	0.889	0.9	1.2
	67.89			-0.41	0.168				
	67			-1.3	1.69				
216	70.65	3	69.6	1.05	1.102	6.765	1.06	1.0	
	70.66			1.06	1.123				
	67.47			-2.13	4.54				
244	69.6	3	68.54	1.06	1.124	1.821	0.55	0.6	
	68.27			-0.27	0.073				
	67.75			-0.79	0.624				

На основании проведенных сравнительных испытаний и выполненных расчётов следует :

1. При проведении межлабораторных сравнительных испытаний для проверки компетентности испытательных лабораторий на определение температуры превышения обмоток сверлильных машин, вводится относительный показатель несходимости  $S(V)$  применительно результатов полученных при испытании опорного образца, выполненного базовой лабораторией АНО РЭМС, имеющей аккредитацию МЭК.
2. Относительный показатель несходимости имеет место при оценке результатов измерений нагрева обмоток статора и якоря в сравнении с опорным образцом, дифференцированно, на каждом из испытательных напряжений  $U_H$ ,  $0.94 U_H$  и  $1.06 U_H$ , при условиях работы машины согласно требованиям ГОСТ Р МЭК 60745-1-2005 и ГОСТ Р МЭК 60745-2-1-2006 (Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам).
3. При проведении межлабораторных сравнительных испытаний регламентируемая величина допустимой несходимости –  $\Delta s(v)$  между измеренными значениями и данными опорного образца по температуре превышения обмоток должна соответствовать значениям указанным в табл.2

Таблица 2

Проверяемый узел	Испытательное напряжение	$\Delta s(v)$ , не более %
Обмотка статора	$U_H ; 0.94 U_H ; 1.06 U_H$	<b>0.5</b>
Обмотка якоря		<b>1.0</b>

**Приложение А**

**Протоколы испытаний опорного образца на НАГРЕВ (№№ 1, 2, 3)**

## Протокол № 1 ( приложение А)

Определение вращающего момента , соответствующего нормальной нагрузке и величины крутящего момента, необходимого для нагрузки сверлильной машины при испытании на **нагревание** (согласно ГОСТ Р МЭК 60745-2-1- 2006. Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам )

Машина : HD 6004 , Schopfer  
тип, фирма

№	Параметры	Един. измер.	Таблич. данные	Параметры холостого хода	
				Исходное состояние машины (с патроном)	Машина с тормозным диском (в свер.патроне )
1	Номинальное напряжение	В	230	230	230
2	Номинальная потребляемая мощность	Вт	650	240	260
3	Максимальный диаметр сверления	мм	13		
4	Частота вращения шпинделя на хол.ходу	об/мин	0-2800	2800	2700
5	Ток	А	-	1.1	1.2
6	Степень искрения	балл	-	2	2
7.	Наличие электроники	-			
<b>Определение номин. момента вращения и тормозн. момента <math>M=0.8M_n</math>, необходимого при испыт. на НАГРЕВАНИЕ</b>					
				Номин.точка при $M= M_n$	Нагрузка при $M= 0.8M_n$
8	Напряжение	В		<b>230</b>	<b>230</b>
9	Потребляемая мощность	Вт		<b>650</b>	590
10	Момент вращения ( тормозной момент на шпинделе машины )	делений		30 *	24 *
		Н.м		<b>1.92</b>	<b>1.54</b>
11	Частота вращения шпинделя под нагруз.	об /мин		1655	1840
12	Ток	А		3.25	2.8

**Примечание :** отметка ( \* ) - означает количество делений шкалы моментомера СИ- 359/2 , с учётом установленного на шпинделе сверлильной машины тормозного алюминиевого диска наружным диаметром 220 мм и толщиной 4 мм , тарировочный груз № 1 .

**Протокол №2 ( приложение А )**

**Испытание сверлильной машины на НАГРЕВАНИЕ. Измерение сопротивления обмоток**

Мод. : **HD 6004 , Schopfer**

№	Параметры	Ед. изм	U=U <sub>н</sub>					U=0.94U <sub>н</sub>		U=1.06U <sub>н</sub>				
			состояние теплового равновесия							якорь	статор	якорь	статор	якорь
			статор					якорь						
			число отсчетов измерений											
1	2 *	3 *	4 *	среднее	якорь	статор	якорь	статор	якорь					
1	Испытательное напряжение	В	230					216		244				
2	Т окр.среды вначале испытаний- t <sub>1</sub>	°С	18.5											
3	R обмотки в холодн.состоянии - R <sub>1</sub>	Ом	4.421					1.866	4.421	1.866	4.421	1.866		
4	Время начала 1-го замера	сек	5					30	5	30	5	30		
5	Интервал между замерами по п.6		5											
6	Сопротивление обмотки в нагретом состоянии- R <sub>2</sub>	Ом	1	5.952	5.966	5.96	5.968	5.965	2.405	6.111	2.411	5.952	2.404	
			2	5.872	5.883	5.875	5.885	5.881	2.405	6.021	2.409	5.868	2.402	
			3	5.802	5.815	5.805	5.816	5.812	2.401	5.947	2.411	5.799	2.4	
			4	5.744	5.758	5.747	5.759	5.755	2.4	5.883	2.411	5.74	2.399	
			5	5.693	5.709	5.967	5.709	5.705	2.4	5.831	2.411	5.689	2.399	
7	Т окр.среды в конце испытаний –t <sub>2</sub>	°С	21.4					21.6		21.7				
8	Время работы машины поэтапно, мин		80	10	10	10		5	10	5	10	5		
9	Общее фактическое время работы, мин		145											

Примечание : 1. При измерении R обмотки статора используется -----<sup>1</sup>----- полюсная катушка

2. При измерении R обмотки якоря используются -----<sup>3</sup>----- секции обмотки (ламели коллектора 1-4)

3. Расчетное значение R обмотки статора для каждого из 5-ти замеров (см.поз.6 табл.) - соответствует графе “ **среднее** “ и определяется как средняя арифметическая величина из числа отсчетов измерений ( обозначены в табл.звездочкой - \* ), показывающие практически близкие по величине значения, подтверждающие достижение состояния теплового равновесия.

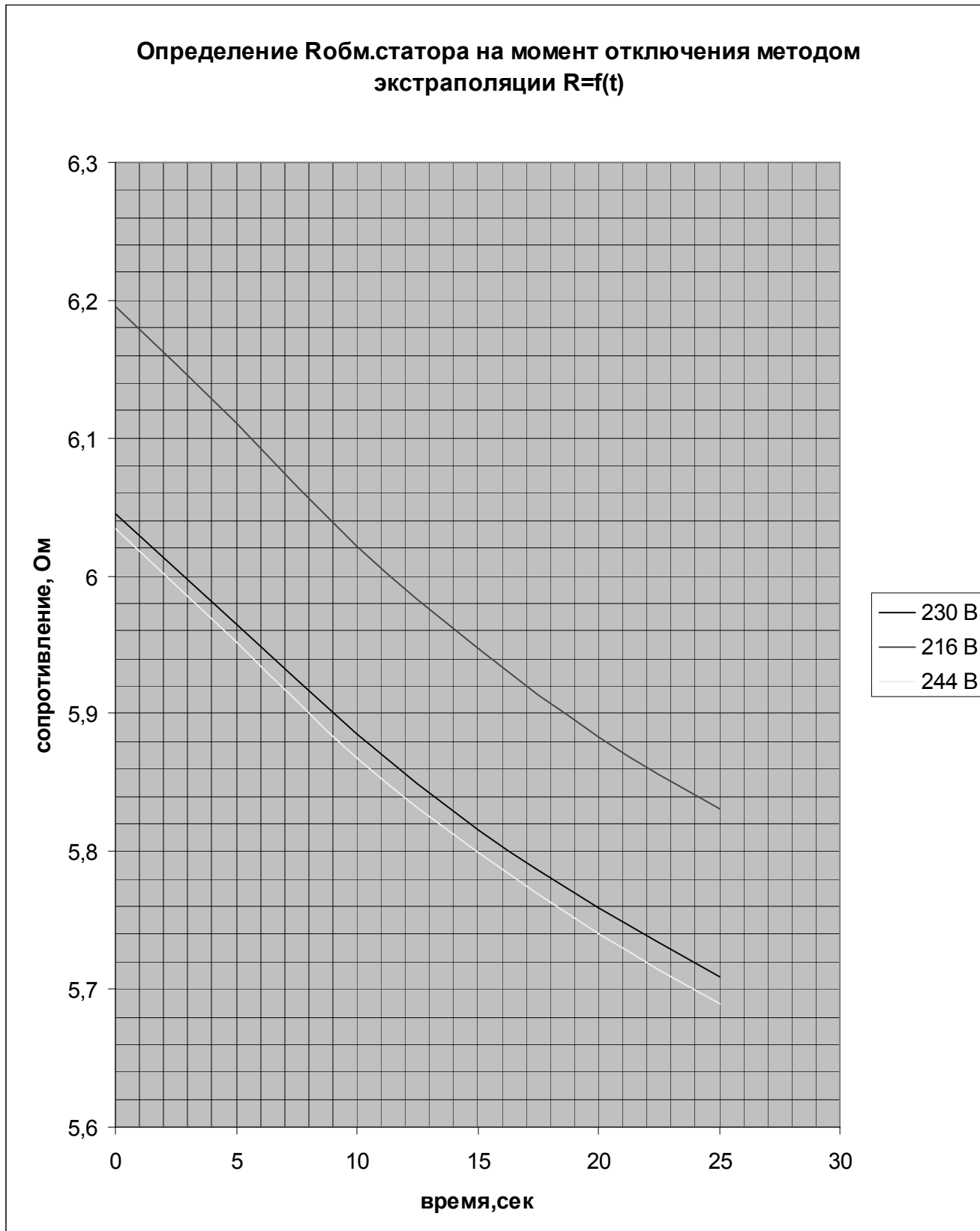
Значение сопротивления обмотки статора на момент отключения машины, определяется в дальнейшем методом экстраполяции ( см. график к протоколу №2 , Приложение А)

К протоколу №2 . ( Приложение А )

**Результаты экстраполяции :**

$R_{ст.} = 6.045 \text{ Ом} ( 230 \text{ В} ) ; R_{ст.} = 6.195 \text{ Ом} ( 216 \text{ В} ) ; R_{ст.} = 6.034 \text{ Ом} ( 244 \text{ В} )$

Машина : **HD 6004** фирмы **Schopfer**





### Протокол № 3 ( приложение А )

#### Испытание на НАГРЕВАНИЕ 2. Определение превышения температуры обмоток

Машина : **HD 6004**, Schopfer  
тип, фирма

№	Параметры		Обозначение	Единицы измерен.	Испытательное напряжение			
					$U_n$	$0.94U_n$	$1.06U_n$	
					Нагрузка $M = 0.8M_n$			
1	Напряжение		$U$	В	<b>230</b>	<b>216</b>	<b>244</b>	
2	Потребляемая мощность		$P_1$	Вт	<b>590</b>	<b>550</b>	<b>640</b>	
3	Момент вращения		$M$	делен.	24			
				Н.м	<b>1.54</b>			
4	Ток		$I$	А	2.8	2.78	2.82	
5	Частота вращения шпинделя		$n$	об/ мин	<b>1840</b>	<b>1650</b>	<b>1990</b>	
6	Сопротивление обмотки статора	в начале испытаний	$R_1$	Ом	4.421			
		в конце испытаний	$R_2^*$		6.045	6.195	6.034	
7	Сопротивление обмотки якоря	в начале испытаний	$R_1$		1.866			
		в конце	$R_2^{**}$		2.405	2.411	2.404	
8	Температура окружающей среды	до испытаний	$t_1$	°C	18.5			
		после	$t_2$		21.4	21.6	21.7	
9	Температ. превышения обм. статора		$\Delta t_{ст}$			<b>89.85</b>	<b>98.22</b>	<b>88.92</b>
10	Температ. превышения обм. якоря		$\Delta t_{як}$			<b>70</b>	<b>70.65</b>	<b>69.6</b>

Примечание : \*) значения сопротивлений обмотки статора в нагретом состоянии на момент отключения ( $R_2$ ) - см. график экстраполирования сопротивлений для различных испытательных напряжениях

\*\* ) значения сопротивлений по обмотке якоря ( $R_2$ ) – см. протокол № 2 ( если приведенные значения для каждого из замеров 1-5 следуют по нисходящей - принимается максимальное значение ; в случае, если измеренные значения чередуются “ больше- меньше \* - принимается среднее арифметическое значение из количества замеров

**Приложение Б**

**Протоколы на ПОВТОРЯЕМОСТЬ ( СХОДИМОСТЬ )  
результатов испытаний опорного образца на нагрев :**

1. Протокол на ПОВТОРЯЕМОСТЬ ( общий )
2. Протоколы №№ 1, 2 и 3 повторных испытаний одного и того же опорного образца сверлильной машины в различные промежутки времени ( 19 – 20 - 21.02.2008г. )

Протокол на **ПОВТОРЯЕМОСТЬ** ( СХОДИМОСТЬ )  
 результатов испытаний сверлильной машины на нагревание

**тип HD 6004, Schopfer**

№	Параметры	Обоз- наче- ние	Един. имер.	Повторяемость проведения испытаний на нагревание								
				U <sub>н</sub>			0.94U <sub>н</sub>			1.06U <sub>н</sub>		
				1*	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Напряжение	<b>U</b>	В	<b>230</b>			<b>216</b>			<b>244</b>		
2	Потребляемая мощность	<b>P<sub>1</sub></b>	Вт	590	590	590	550	550	550	640	640	645
3	Момент вращения	<b>M</b>	Нм	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
4	Ток	<b>A</b>	А	2.8	2.8	2.8	2.78	2.77	2.77	2.82	2.85	2.85
5	Частота вращ.шпинделя	<b>n</b>	об/мин	1840	1835	1845	1650	1655	1663	1990	1990	1985
6	Перегрев по обм.статора	<b>Δ t<sub>ст</sub></b>	°C	<b>89.85</b>	<b>90.33</b>	<b>89.23</b>	<b>98.22</b>	<b>98.06</b>	<b>96.9</b>	<b>88.92</b>	<b>88.66</b>	<b>87.95</b>
7	Перегрев по обм.якоря	<b>Δ t<sub>ст</sub></b>		<b>70</b>	<b>67.89</b>	<b>67.0</b>	<b>70.65</b>	<b>70.66</b>	<b>67.47</b>	<b>69.6</b>	<b>68.27</b>	<b>67.75</b>

Примечание : \*) цифры **1,2 и 3** обозначают дни проведения **повторных испытаний** машины

Испытание на повторяемость.

**1-й день испытаний - 19.02.2008г**

## Протокол № 1 ( приложение Б )

Определение вращающего момента , соответствующего нормальной нагрузке и величины крутящего момента, необходимого для нагрузки сверлильной машины при испытании на **нагревание** (согласно ГОСТ Р МЭК 60745-2-1- 2006. Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам )

Машина : **HD 6004** , Schopfer  
тип, фирма

Дата: **19.02. 2008**

№	Параметры	Един. измер.	Таблич. данные	Параметры холостого хода	
				Исходное состояние машины (с патроном)	Машина с тормозным диском (в свер.патроне )
1	Номинальное напряжение	В	230	230	230
2	Номинальная потребляемая мощность	Вт	650	240	260
3	Максимальный диаметр сверления	мм	13		
4	Частота вращения шпинделя на хол.ходу	об/мин	0-2800	2800	2700
5	Ток	А	-	1.1	1.2
6	Степень искрения	балл	-	2	2
7.	Наличие электроники	-			
Определение номин. момента вращения и тормозн. момента <b>M=0.8Mн</b> , необходимого при испыт. на <b>НАГРЕВАНИЕ</b>					
				Номин.точка при <b>M= Mн</b>	Нагрузка при <b>M= 0.8Mн</b>
8	Напряжение	В		<b>230</b>	<b>230</b>
9	Потребляемая мощность	Вт		<b>650</b>	590
10	Момент вращения ( тормозной момент на шпинделе машины )	делений		30 *	24 *
		Н.м		<b>1.92</b>	<b>1.54</b>
11	Частота вращения шпинделя под нагруз.	об /мин		1655	1840
12	Ток	А		3.25	2.8

Примечание :     отметка ( \* ) - означает количество делений шкалы моментомера **СИ- 359/2** , с учётом установленного на шпинделе сверлильной машины тормозного алюминиевого диска наружным диаметром 220 мм и толщиной 4 мм , тарировочный груз № 1 .

**Протокол №2 ( приложение Б )**

**Испытание сверлильной машины на НАГРЕВАНИЕ. Измерение сопротивления обмоток**

Мод. : **HD 6004 , Schopfer**

Дата : **19.02.2008**

№	Параметры	Ед. изм	U=U <sub>н</sub>					U=0.94U <sub>н</sub>		U=1.06U <sub>н</sub>				
			состояние теплового равновесия							якорь	статор	якорь	статор	якорь
			статор					якорь						
			число отсчетов измерений											
1	2 *	3 *	4 *	среднее										
1	Испытательное напряжение	В	230					216		244				
2	Т окр.среды вначале испытаний- t <sub>1</sub>	°С	18.5											
3	R обмотки в холодн.состоянии - R <sub>1</sub>	Ом	4.421					1.866	4.421	1.866	4.421	1.866		
4	Время начала 1-го замера	сек	5					30	5	30	5	30		
5	Интервал между замерами по п.6		5											
6	Сопротивление обмотки в нагретом состоянии- R <sub>2</sub>	Ом	1	5.952	5.966	5.96	5.968	5.965	2.405	6.111	2.411	5.952	2.404	
			2	5.872	5.883	5.875	5.885	5.881	2.405	6.021	2.409	5.868	2.402	
			3	5.802	5.815	5.805	5.816	5.812	2.401	5.947	2.411	5.799	2.4	
			4	5.744	5.758	5.747	5.759	5.755	2.4	5.883	2.411	5.74	2.399	
			5	5.693	5.709	5.967	5.709	5.705	2.4	5.831	2.411	5.689	2.399	
7	Т окр.среды в конце испытаний -t <sub>2</sub>	°С	21.4					21.6		21.7				
8	Время работы машины поэтапно, мин		80	10	10	10		5	10	5	10	5		
9	Общее фактическое время работы, мин		145											

Примечание : 1. При измерении R обмотки статора используется -----<sup>1</sup>----- полюсная катушка

2. При измерении R обмотки якоря используются -----<sup>3</sup>----- секции обмотки (ламели коллектора 1-4)

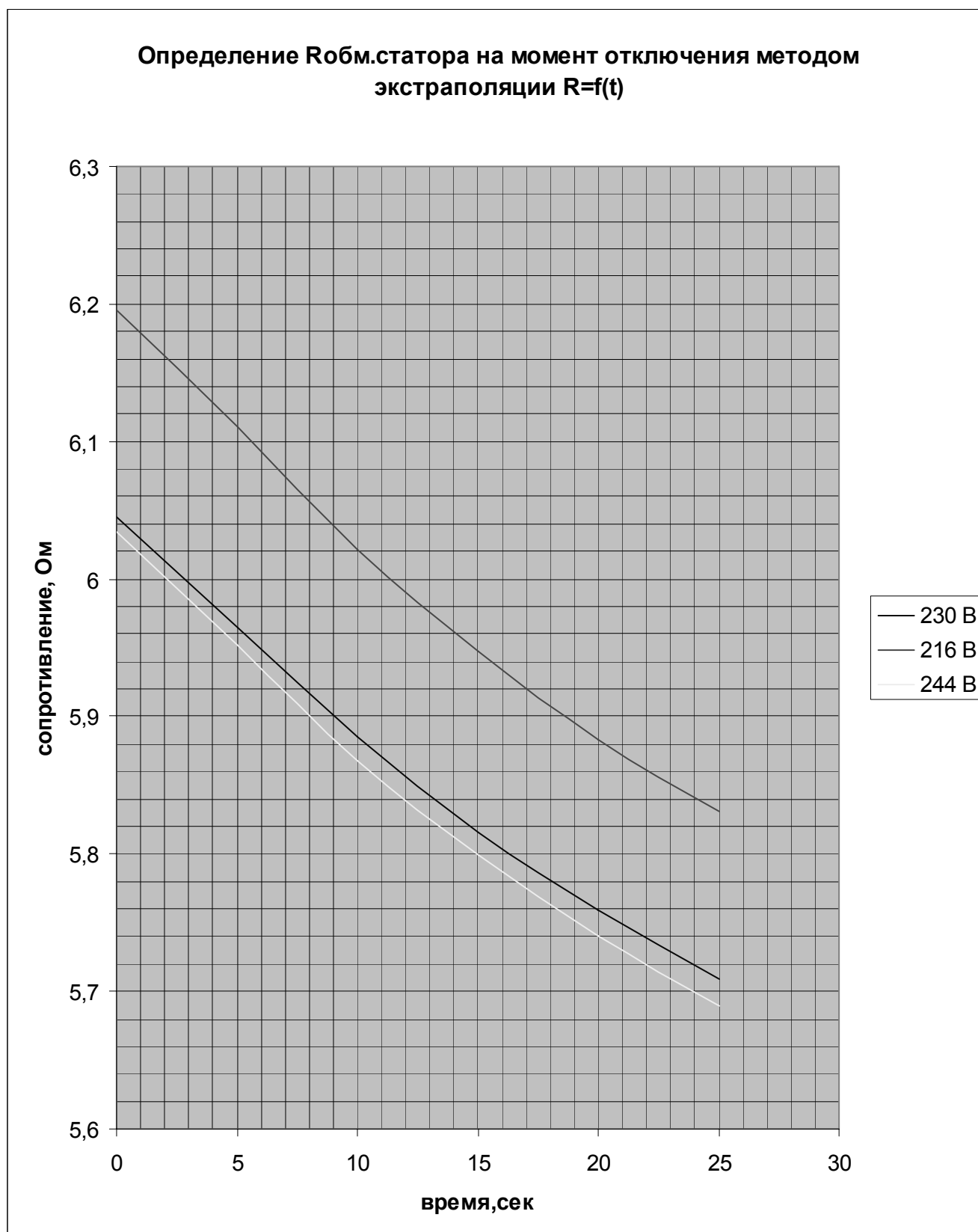
3. Расчетное значение R обмотки статора для каждого из 5-ти замеров (см.поз.6 табл.) - соответствует графе " **среднее** " и определяется как средняя арифметическая величина из числа отсчетов измерений ( обозначены в табл.звездочкой - \* ), показывающие практически близкие по величине значения, подтверждающие достижение состояния теплового равновесия.

Значение сопротивления обмотки статора на момент отключения машины, определяется в дальнейшем методом экстраполяции ( см. график к протоколу №2 , Приложение А)

К протоколу №2 . ( Приложение Б )

**Результаты экстраполяции :**R<sub>ст.</sub>= 6.045 Ом ( 230 В ) ; R<sub>ст.</sub>= 6.195 Ом ( 216 В ) ; R<sub>ст.</sub>= 6.034 Ом ( 244 В )

Машина : HD 6004 фирмы Schopfer

**1-й день испытаний : 19.02.2008**

### Протокол № 3 ( приложение Б )

#### Испытание на НАГРЕВАНИЕ 2. Определение превышения температуры обмоток

Машина : HD 6004, Schopfer  
тип, фирма

Дата : 19.02.2008

№	Параметры	Обозначение	Единицы измерен.	Испытательное напряжение		
				U <sub>н</sub>	0.94U <sub>н</sub>	1.06U <sub>н</sub>
				Нагрузка M = 0.8M <sub>н</sub>		
1	Напряжение	U	В	230	216	244
2	Потребляемая мощность	P <sub>1</sub>	Вт	590	550	640
3	Момент вращения	M	делен.	24		
			Н.м	1.54		
4	Ток	I	А	2.8	2.78	2.82
5	Частота вращения шпинделя	n	об/ мин	1840	1650	1990
6	Сопротивление обмотки статора	в начале испытаний	R <sub>1</sub>	4.421		
		в конце испытаний	R <sub>2</sub> *	6.045	6.195	6.034
7	Сопротивление обмотки якоря	в начале испытаний	R <sub>1</sub>	1.866		
		в конце	R <sub>2</sub> **	2.405	2.411	2.404
8	Температура окружающей среды	до испытаний	t <sub>1</sub>	18.5		
		после	t <sub>2</sub>	21.4	21.6	21.7
9	Температ. превышения обм. статора	Δ t <sub>ст</sub>		89.85	98.22	88.92
10	Температ. превышения обм. якоря	Δ t <sub>як</sub>		70	70.65	69.6

Примечание : \*) значения сопротивлений обмотки статора в нагретом состоянии на момент отключения (R<sub>2</sub>) - см. график экстраполирования сопротивлений для различных испытательных напряжений

\*\*) значения сопротивлений по обмотке якоря (R<sub>2</sub>) – см. протокол № 2 ( если приведенные значения для каждого из замеров 1-5 следуют по нисходящей - принимается максимальное значение ; в случае, если измеренные значения чередуются “ больше- меньше \* - принимается среднее арифметическое значение из количества замеров



Испытание на повторяемость.

**2-й день испытаний - 20.02.2008г**

## Протокол № 1

Определение вращающего момента, соответствующего нормальной нагрузке и величины крутящего момента, необходимого для нагрузки сверлильной машины при испытании на **нагревание** (согласно ГОСТ Р МЭК 60745-2-1-2006. Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам)

Машина : **HD 6004**, Schopfer  
тип, фирма

Дата 20.02.2008

№	Параметры	Един. измер.	Таблич. данные	Параметры холостого хода	
				Исходное состояние машины (с патроном)	Машина с тормозным диском (в свер.патроне)
1	Номинальное напряжение	В	230	230	230
2	Номинальная потребляемая мощность	Вт	650	240	260
3	Максимальный диаметр сверления	мм	13		
4	Частота вращения шпинделя на хол.ходу	об/мин	0-2800	2800	2700
5	Ток	А	-	1.1	1.2
6	Степень искрения	балл	-	2	2
7	Наличие электроники	-			
Определение номин. момента вращения и тормозн. момента <b>M=,0.8Mн</b> , необходимого при испыт. на <b>НАГРЕВАНИЕ</b>					
				Номин.точка при <b>M= Mн</b>	Нагрузка при <b>M= 0.8Mн</b>
8	Напряжение	В		<b>230</b>	<b>230</b>
9	Потребляемая мощность	Вт		<b>650</b>	590
10	Момент вращения (тормозной момент на шпинделе машины)	делений		30 *	24 *
		Н.м		<b>1.92</b>	<b>1.54</b>
11	Частота вращения шпинделя под нагруз.	об /мин		1655	1835
12	Ток	А		3.25	2.8

**Примечание :** отметка (\*) - означает количество делений шкалы моментомера СИ- 359/2, с учётом установленного на шпинделе сверлильной машины тормозного алюминиевого диска наружным диаметром 220 мм при тарировочном грузе № 1

**Протокол №2 ( приложение Б )**

**Испытание сверлильной машины на НАГРЕВАНИЕ. Измерение сопротивления обмоток**

Мод. : **HD 6004 , Schopfer**

Дата : **20.02.2008**

№	Параметры	Ед. изм	U=U <sub>н</sub>					U=0.94U <sub>н</sub>		U=1.06U <sub>н</sub>				
			состояние теплового равновесия							якорь	статор	якорь	статор	якорь
			статор					якорь						
			число отсчетов измерений											
1	2	3 *	4 *	среднее										
1	Испытательное напряжение	В	230					216		244				
2	Т окр.среды вначале испытаний- t <sub>1</sub>	°С	17.4											
3	R обмотки в холодн.состоянии - R <sub>1</sub>	Ом	4.406					1.861	4.406	1.861	4.406	1.861		
4	Время начала 1-го замера	сек	5					30	5	30	5	30		
5	Интервал между замерами по п.6		5											
6	Сопротивление обмотки в нагретом состоянии- R <sub>2</sub>	Ом	1	5.956	5.913	5.961	5.961	5.961	2.388	6.1	2.41	5.947	2.396	
			2	5.872	5.833	5.877	5.877	5.877	2.387	6.011	2.408	5.863	2.396	
			3	5.803	5.769	5.807	5.806	5.807	2.387	5.938	2.407	5.794	2.393	
			4	5.744	5.714	5.750	5.747	5.75	2.386	5.876	2.406	5.737	2.394	
			5	5.694	5.666	5.699	5.626	5.699	2.385	5.823	2.405	5.686	2.396	
7	Т окр.среды в конце испытаний -t <sub>2</sub>	°С	20.7					20.9		21.4				
8	Время работы машины поэтапно, мин		80	10	10	10		5	10	5	10	5		
9	Общее фактическое время работы, мин		145											

Примечание : 1. При измерении R обмотки статора используется <sup>1</sup>----- полюсная катушка

<sup>3</sup>

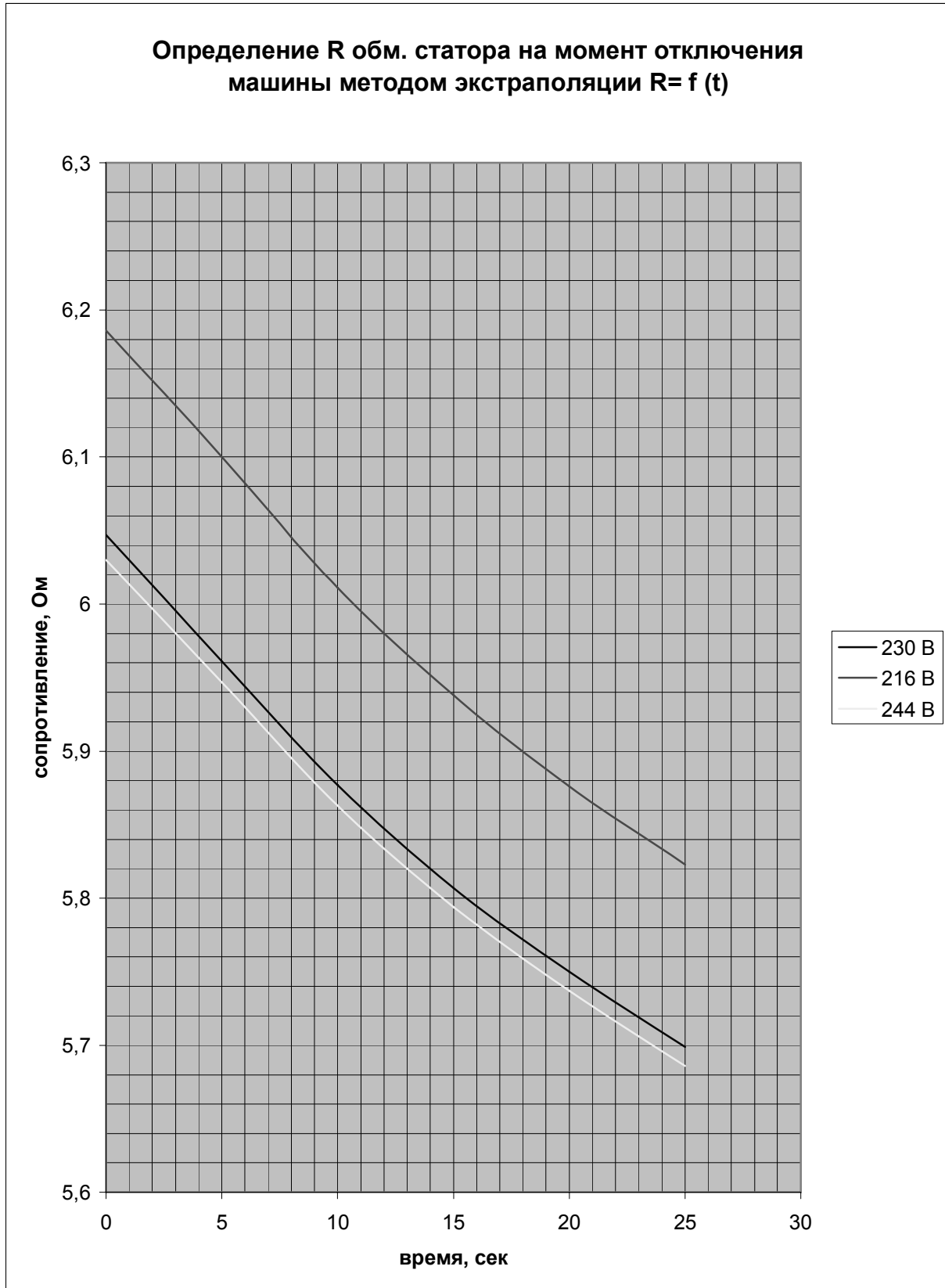
2. При измерении R обмотки якоря используются ----- секции обмотки (ламели коллектора 1-4)

3. Расчетное значение R обмотки статора для каждого из 5-ти замеров (см.поз.6 табл.) - соответствует графе " **среднее** " и определяется как средняя арифметическая величина из числа отсчетов измерений ( обозначены в табл.звёздочкой -\* ), показывающие практически близкие по величине значения, подтверждающие достижение состояния теплового равновесия.

Значение сопротивления обмотки статора на момент отключения машины, определяется в дальнейшем методом экстраполяции ( см. график к протоколу №2 , Приложение Б)

К протоколу №3 . Испытание на нагревание( Приложение Б) . Результаты экстраполяции :  
Rст.= 6.047 Ом ( 230 В ); Rст.= 6.186 Ом ( 216 В ); Rст.= 6.03 Ом ( 244 В )

Машина : HD 6004 фирмы Schopfer



2-й день испытаний : 20.02.2008 г.

### Протокол № 3

#### Испытание на НАГРЕВАНИЕ 2. Определение превышения температуры обмоток

Машина : HD 6004, Schopfer  
тип, фирма

Дата : 20.02.2008

№	Параметры	Обозначение	Единицы измерен.	Испытательное напряжение		
				$U_n$	$0.94U_n$	$1.06U_n$
				Нагрузка $M = 0.8M_n$		
1	Напряжение	U	В	230	216	244
2	Потребляемая мощность	$P_1$	Вт	590	550	640
3	Момент вращения	M	делен.	24		
			Н.м	1.54		
4	Ток	I	А	2.8	2.77	2.85
5	Частота вращения шпинделя	n	об/ мин	1835	1655	1990
6	Сопротивление обмотки статора	в начале испытаний	$R_1$	4.406		
		в конце испытаний	$R_2^*$	6.047	6.186	6.03
7	Сопротивление обмотки якоря	в начале испытаний	$R_1$	1.861		
		в конце	$R_2^{**}$	2.388	2.41	2.396
8	Температура окружающей среды	до испытаний	$t_1$	17.4		
		после	$t_2$	20.7	20.9	21.4
9	Температ. превышения обм. статора	$\Delta t_{ст}$		90.33	98.06	88.66
10	Температ. превышения обм. якоря	$\Delta t_{як}$		67.89	70.66	68.27

Примечание : \*) значения сопротивлений обмотки статора в нагретом состоянии на момент отключения ( $R_2$ ) - см. график экстраполирования сопротивлений на различных испытательных напряжениях.

\*\*) значения сопротивлений по обмотке якоря ( $R_2$ ) - см. протокол № 2 ( если приведенные значения для каждого из замеров 1-5 следуют по нисходящей - принимается максимальное значение ; в случае, если измеренные значения чередуются " больше- меньше " - принимается среднее арифметическое значение из количества замеров

Испытание на повторяемость.

**3-й день испытаний - 21.02.2008г**

## Протокол № 1

Определение вращающего момента , соответствующего нормальной нагрузке и величины крутящего момента, необходимого для нагрузки сверлильной машины при испытании на **нагревание** (согласно ГОСТ Р МЭК 60745-2-1- 2006. Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам )

Машина : **HD 6004** , Schopfer  
тип, фирма

Дата **21.02.2008**

№	Параметры	Един. измер.	Таблич. данные	Параметры холостого хода	
				Исходное состояние машины (с патроном)	Машина с тормозным диском (в свер.патроне )
1	Номинальное напряжение	В	230	230	230
2	Номинальная потребляемая мощность	Вт	650	240	260
3	Максимальный диаметр сверления	мм	13		
4	Частота вращения шпинделя на хол.ходу	об/мин	0-2800	2800	2700
5	Ток	А	-	1.1	1.2
6	Степень искрения	балл	-	2	2
7.	Наличие электроники	-			
Определение номин. момента вращения и тормозн. момента <b><math>M=0.8M_n</math></b> , необходимого при испыт. на <b>НАГРЕВАНИЕ</b>					
				Номин.точка при <b><math>M= M_n</math></b>	Нагрузка при <b><math>M= 0.8M_n</math></b>
8	Напряжение	В		<b>230</b>	<b>230</b>
9	Потребляемая мощность	Вт		<b>650</b>	590
10	Момент вращения ( тормозной момент на шпинделе машины )	делений		30 *	24 *
		Н.м		<b>1.92</b>	<b>1.54</b>
11	Частота вращения шпинделя под нагруз.	об /мин		1660	1845
12	Ток	А		3.25	2.8

**Примечание :** отметка ( \* ) - означает количество делений шкалы моментомера СИ- 359/2 , с учётом установленного на шпинделе сверлильной машины тормозного алюминиевого диска наружным диаметром 220 мм при тарировочном грузе № 1

**Протокол №2 ( приложение Б )**

**Испытание сверлильной машины на НАГРЕВАНИЕ. Измерение сопротивления обмоток**

Мод. : **HD 6004 , Schopfer**

Дата : **21.02.2008**

№	Параметры	Ед. изм	U=U <sub>н</sub>					U=0.94U <sub>н</sub>		U=1.06U <sub>н</sub>			
			состояние теплового равновесия							статор	якорь	статор	якорь
			статор					якорь					
			число отсчетов измерений										
1*	2*	3*	4	среднее									
1	Испытательное напряжение	В	230					216		244			
2	Т окр.среды вначале испытаний- t <sub>1</sub>	°С	18.5										
3	R обмотки в холодн.состоянии - R <sub>1</sub>	Ом	4.424					1.865	4.424	1.865	4.424	1.865	
4	Время начала 1-го замера	сек	5					30	5	30	5	30	
5	Интервал между замерами по п.6		5										
6	Сопротивление обмотки в нагретом состоянии- R <sub>2</sub>	Ом	1	5.967	5.96	5.969		5.965	2.382	6.086	2.387	5.952	2.392
			2	5.882	5.874	5.885		5.88	2.377	5.99	2.385	5.868	2.39
			3	5.812	5.805	5.813		5.81	2.372	5.91	2.384	5.799	2.388
			4	5.754	5.745	5.755		5.751	2.367	5.843	2.383	5.739	2.384
			5	5.707	5.695	5.704		5.702	2.368	5.788	2.382	5.688	2.384
7	Т окр.среды в конце испытаний -t <sub>2</sub>	°С	21.5					21.7		22.1			
8	Время работы машины поэтапно, мин		80	10	10	10		5	10	5	10	5	
9	Общее фактическое время работы, мин		145										

Примечание : 1. При измерении R обмотки статора используется -----<sup>1</sup>----- полюсная катушка

2. При измерении R обмотки якоря используются -----<sup>3</sup>----- секции обмотки (ламели коллектора 1-4)

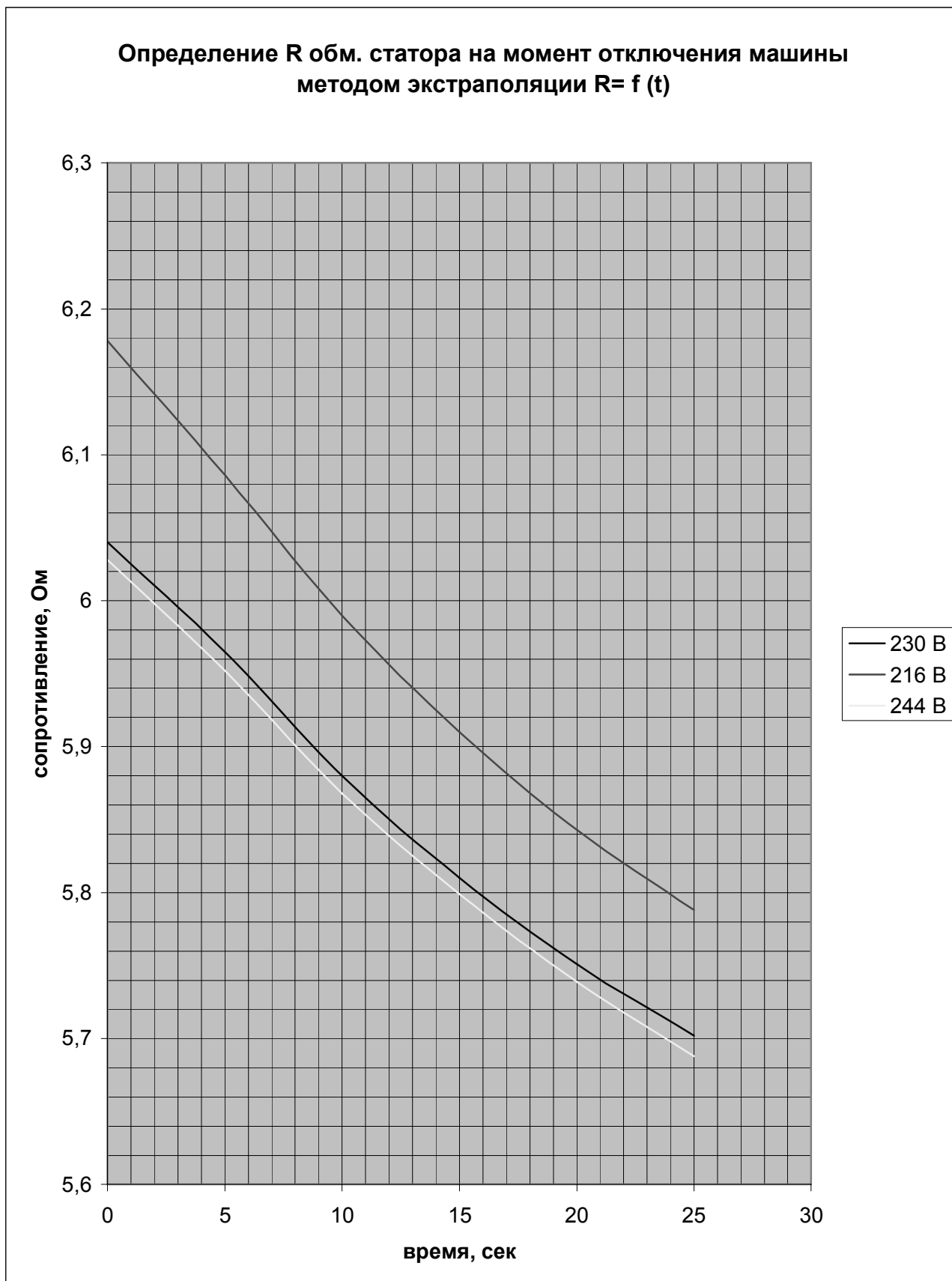
3. Расчетное значение R обмотки статора для каждого из 5-ти замеров (см.поз.6 табл.) - соответствует графе " **среднее** " и определяется как средняя арифметическая величина из числа отсчетов измерений ( обозначены в табл.звездочкой - \* ), показывающие практически близкие по величине значения, подтверждающие достижение состояния теплового равновесия.

Значение сопротивления обмотки статора на момент отключения машины, определяется в дальнейшем методом экстраполяции ( см. график к протоколу №2 , Приложение Б )



К протоколу №3 . Испытание на нагревание ( Приложение Б ). **Результаты экстраполяции :**  
Rст.= 6.04 Ом ( 230 В ); Rст.= 6.178 Ом ( 216 В ); Rст.= 6.028 Ом ( 244 В )

Машина : HD 6004 фирмы Schopfer



**3-й день испытаний : 21.02.2008 г.**

### Протокол № 3

#### Испытание на НАГРЕВАНИЕ 2. Определение превышения температуры обмоток

Машина : HD 6004, Schopfer  
тип, фирма

Дата : 21.02.2008

№	Параметры	Обозначение	Единицы измерен.	Испытательное напряжение		
				$U_n$	$0.94U_n$	$1.06U_n$
				Нагрузка $M = 0.8M_n$		
1	Напряжение	U	В	230	216	244
2	Потребляемая мощность	$P_1$	Вт	590	550	645
3	Момент вращения	M	делен.	24		
			Н.м	1.54		
4	Ток	I	А	2.8	2.77	2.85
5	Частота вращения шпинделя	n	об/ мин	1845	1663	1985
6	Сопротивление обмотки статора	в начале испытаний	$R_1$	4.424		
		в конце испытаний	$R_2$ *	6.04	6.178	6.028
7	Сопротивление обмотки якоря	в начале испытаний	$R_1$	1.865		
		в конце	$R_2$ **	2.382	2.387	2.392
8	Температура окружающей среды	до испытаний	$t_1$	18.5		
		после	$t_2$	21.5	21.7	22.1
9	Температ. превышения обм. статора	$\Delta t_{ст}$		89.23	96.9	87.95
10	Температ. превышения обм. якоря	$\Delta t_{як}$		67.0	67.47	67.75

Примечание : \*) значения сопротивлений обмотки статора в нагретом состоянии на момент отключения ( $R_2$ ) - см. график экстраполяции сопротивлений на различных испытательных напряжениях.

\*\*) значения сопротивлений по обмотке якоря ( $R_2$ ) - см. протокол № 2 ( если приведенные значения для каждого из замеров 1-5 следуют по нисходящей - принимается максимальное значение ; в случае, если измеренные значения чередуются " больше- меньше \* - принимается среднее арифметическое значение из количества замеров

**Приложение В****Пределы допустимых погрешностей измерений**

Параметры	Диапазон	Погрешность измерения в измерительном диапазоне
Температура окружающей среды	до 100 °С	± 1 °С
Точность поддержки выходного стабилизированного напряжения	до 300 В	± 1 %
Ток	до 5 А 5 А и более	± 1.5 % ± 2.5 %
Мощность	свыше 1 Вт до 3 кВт	± 1.5 %
Частота вращения	до 99999	± 0.02 %
Сопротивление	$10^{-2} - 10^4$ Ом	± 0.03 %

**Приложение Г**

**Формы (заготовки) протоколов для оформления результатов испытаний при проведении их испытательными лабораториями**

## Протокол № 1

Определение вращающего момента , соответствующего нормальной нагрузке и величины крутящего момента, необходимого для нагрузки сверлильной машины при испытании на **нагревание** (согласно ГОСТ Р МЭК 60745-2-1- 2006. Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам )

Машина : \_\_\_\_\_  
тип, фирма

Дата \_\_\_\_\_

№	Параметры	Един. измер.	Таблич. данные	Параметры холостого хода	
				Исходное состояние машины (с патроном)	Машина с тормозным диском (в свер.патроне )
1	Номинальное напряжение	В			
2	Номинальная потребляемая мощность	Вт			
3	Максимальный диаметр сверления	мм			
4	Частота вращения шпинделя на хол.ходу	об/мин			
5	Ток	А			
6	Степень искрения	балл			
7	Наличие электроники	-			
Определение номин. момента вращения и тормозн. момента <b>M=0.8Mн</b> , необходимого при испыт. на <b>НАГРЕВАНИЕ</b>					
				Номин.точка при <b>M= Mн</b>	Нагрузка при <b>M= 0.8Mн</b>
8	Напряжение	В			
9	Потребляемая мощность	Вт			
10	Момент вращения ( тормозной момент на шпинделе машины )	делений Н.м			
11	Частота вращения шпинделя под нагруз.	об /мин			
12	Ток	А			

**Примечание** : отметка ( \* ) - означает количество делений шкалы моментомера СИ- 359/2 , с учётом установленного на шпинделе сверлильной машины тормозного алюминиевого диска наружным диаметром 220 мм и толщиной 4 мм , тарировочный груз № 1 .

Испытания проводили :

**Протокол №2 ( приложение Б )**

**Испытание сверлильной машины на НАГРЕВАНИЕ. Измерение сопротивления обмоток**

Мод. :

Дата :

№	Параметры	Ед. изм.	U=U <sub>н</sub>					U=0.94U <sub>н</sub>		U=1.06U <sub>н</sub>			
			состояние теплового равновесия							статор	якорь	статор	якорь
			статор					якорь					
			число отсчетов измерений										
1	2	3	4	среднее									
1	Испытательное напряжение	В											
2	Т окр.среды вначале испытаний- t <sub>1</sub>	°С											
3	R обмотки в холодн.состоянии - R <sub>1</sub>	Ом											
4	Время начала 1-го замера	сек	5					30	5	30	5	30	
5	Интервал между замерами по п.6		5										
6	Сопротивление обмотки в нагретом состоянии- R <sub>2</sub>	Ом	1										
			2										
			3										
			4										
			5										
7	Т окр.среды в конце испытаний -t <sub>2</sub>	°С											
8	Время работы машины поэтапно, мин		80	10	10	10		5	10	5	10	5	
9	Общее фактическое время работы, мин							145					

Примечание : 1. При измерении R обмотки статора используется ----- полюсная катушка

2. При измерении R обмотки якоря используются ----- секции обмотки (ламели коллектора 1-4)

3. Расчетное значение R обмотки статора для каждого из 5-ти замеров (см.поз.6 табл.) - соответствует графе " **среднее** " и определяется как средняя арифметическая величина из числа отсчетов измерений ( обозначены в табл.звёздочкой - \* ), показывающие практически близкие по величине значения, подтверждающие достижение состояния теплового равновесия.

Значение сопротивления обмотки статора на момент отключения машины, определяется в дальнейшем методом экстраполяции ( см. график к протоколу №2 , Приложение Б)

Испытание проводили :

### Протокол № 3

#### Испытание на НАГРЕВАНИЕ 2. Определение превышения температуры обмоток

Машина : \_\_\_\_\_  
тип, фирма

Дата : \_\_\_\_\_

№	Параметры		Обозначение	Единицы измерен.	Испытательное напряжение		
					$U_n$	$0.94U_n$	$1.06U_n$
					Нагрузка $M = 0.8M_n$		
1	Напряжение		U	В			
2	Потребляемая мощность		$P_1$	Вт			
3	Момент вращения		M	делен. Н.м			
4	Ток		I	А			
5	Частота вращения шпинделя		n	об/ мин			
6	Сопротивление обмотки статора	в начале испытаний	$R_1$	Ом			
		в конце испытаний	$R_2^*$				
7	Сопротивление обмотки якоря	в начале испытаний	$R_1$				
		в конце	$R_2^{**}$				
8	Температура окружающей среды	до испытаний	$t_1$	°C			
		после	$t_2$				
9	Температ. превышения обм. статора		$\Delta t_{ст}$				
10	Температ. превышения обм. якоря		$\Delta t_{як}$				

Примечание : \*) значения сопротивлений обмотки статора в нагретом состоянии на момент отключения ( $R_2$ ) - см. график экстраполяции сопротивлений на различных испытательных напряжениях.

\*\*\*) значения сопротивлений по обмотке якоря ( $R_2$ ) - см. протокол № 2 ( если приведенные значения для каждого из замеров 1-5 следуют по нисходящей – принимается максимальное значение ; в случае, если измеренные значения чередуются “ больше- меньше \* - принимается среднее арифметическое значение из количества замеров

Испытание проводили :

Протокол на **ПОВТОРЯЕМОСТЬ** ( СХОДИМОСТЬ )  
результатов испытаний сверлильной машины на нагревание

тип -----

№	Параметры	Обозначение	Един. измер.	Повторяемость проведения испытаний на нагревание									
				U <sub>н</sub>			0.94U <sub>н</sub>			1.06U <sub>н</sub>			
				1*	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Напряжение	<b>U</b>	В										
2	Потребляемая мощность	<b>P<sub>1</sub></b>	Вт										
3	Момент вращения	<b>M</b>	Нм										
4	Ток	<b>A</b>	А										
5	Частота вращ.шпинделя	<b>n</b>	об/мин										
6	Перегрев по обм.статора	<b>Δ t<sub>ст</sub></b>	°C										
7	Перегрев по обм.якоря	<b>Δ t<sub>я</sub></b>											

Примечание : \*) цифры **1,2 и 3** обозначают дни проведения **повторных испытаний** машины

Испытание проводили \_\_\_\_\_ :

:



