

# Стендовое оборудование для технического обслуживания вертолетов МИ-8, МИ-17 и его метрологические исследования



В последние годы на отечественном воздушном транспорте (ВТ) наметилась положительная тенденция на модернизацию стендового оборудования, применяемого в организациях по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) авиационной техники (АТ). Особенно noteworthy является внедрение такого рода оборудования является подтверждение соответствия фактических значений его технических (и, в первую очередь, метрологических) характеристик при задании (поддержании) режимов ТОиР АТ нормированным величинам, заданным в технологических картах регламентов технического обслуживания и технологиях ремонта. Только в этом случае стендовое оборудова-

ние может быть допущено к применению. Для подтверждения соответствия и оценки возможности применения новых типов испытательного стендового оборудования на ВТ проводится его аттестация; уполномоченной организацией при этом согласно Распоряжению [1] Министерства транспорта РФ является Главная организация метрологической службы гражданской авиации (ГА) – ФГУП ГосНИИ ГА. Институтом ранее проводились исследования и аттестация стендов мотороиспытательных станций авиационных двигателей [2, 3], а также испытательного оборудования, применяемого при ремонте узлов и агрегатов АТ [4]. Кроме того, для определения процедур, связан-

**А. А. Богоявленский,**  
кандидат технических наук,  
член-корреспондент  
Метрологической Академии

**А. Е. Боков,**  
ФГУП ГосНИИ ГА, Москва

ных с контролем параметров технологического стендового оборудования (не являющегося испытательным), в рамках деятельности Технического комитета по стандартизации ТК-034 «Воздушный транспорт» ФГУП ГосНИИ ГА разработан национальный стандарт ГОСТ Р 55847 [5], который утвержден Росстандартом.

С 2012 по 2015 годы специалистами метрологической службы ФГУП ГосНИИ ГА проведена первичная аттестация девяти типов стендового оборудования для ТООИР вертолетов Ми-8, Ми-17 и их модификаций (табл. 1), разработчиками и изготовителями которого являются два отечественных производителя. Как видно из таблицы, стендовое оборудование предназначено для ТООИР пяти бортовых систем вертолетов Ми-8, Ми-17: гидравлической, топливной, противопожарной, управления и электроснабжения.

## Общая методология проведения аттестации и метрологических исследований стендового оборудования

ФГУП ГосНИИ ГА разработана общая методология проведения аттестации и метрологических исследований стендового оборудования, которая в дальнейшем применялась относительно перечисленного в таблице 1 оборудования. Она включает в себя следующие элементы, это:

1) метрологическая экспертиза эксплуатационной документации в соответствии с ОСТ 54-3-156.66-94 [6] и РМГ 63-2003 [7];

2) оценка соответствия эксплуатационной документации требова-

ниям ГОСТ 2.601 [8] и ГОСТ 2.610 [9];

3) оценка показателей достоверности (погрешностей) воспроизводимых (задаваемых) величин рабочих характеристик и их нормирование в качестве предельно допускаемых значений;

4) проверка работоспособности стендов;

5) подтверждение соответствия фактически воспроизводимых (задаваемых) значений рабочих характеристик аттестуемого стендового оборудования требованиям эксплуатационной документации на него, технического задания и руководств по эксплуатации;

6) оценка возможности применения стендового оборудования для работ по техническому обслуживанию вертолетов Ми-8, Ми-17 и их модификаций;

7) выполнение ГОСТ Р 8.568 [10], ОСТ 54-3-1572.80-2001 [11] и ГОСТ Р 55847 [5].

Оценка показателей достоверности (погрешностей) воспроизводимых (задаваемых) величин рабочих характеристик и их нормирование в качестве предельно допускаемых значений производится, исходя из требований государственных поверочных схем, а также допусков, заложенных в эксплуатационной документации на вертолеты.

С учётом требований технологической и эксплуатационной документации к техническим характеристикам и с использованием коэффициента точности ( $K_T$ ) по формуле 1 рассчитываются предельно допускаемые значения погрешностей ( $\Delta_{\text{доп}}$ ) аттестуемых характеристик стендового оборудования:

$$\Delta_{\text{доп}} = \frac{D_i}{K_{Ti}}, \quad (1)$$

где:  $D_i$  – поле допуска на аттестуемую характеристику

стендового оборудования, исходя из требований технологической и эксплуатационной документации;

$K_T \geq 2,5$  – значение коэффициента точности, при котором обеспечивается достоверность результатов испытаний для статистической надёжности с доверительными границами  $P_d = 0,95$ ; при  $K_T \geq 2$  обеспечивается достоверность результатов испытаний с  $P_d = 0,9$ .

В Программах первичной аттестации стендового оборудования, перечисленного в таблице 1, учтены также факторы возникновения метрологических рисков при производстве авиационной деятельности согласно ГОСТ Р 56116 [12] и публикации [13]; источниками возникновения метрологических рисков могут являться, в том числе, и измерения, выполняемые при ТООИР АТ. При этом неправильные результаты измерений жизненно важных параметров, влияющих на безопасность авиационной деятельности, могут сложиться (суммироваться) на другие факторы риска, обусловленные человеческими ошибками.

## Основные результаты аттестации стендового оборудования, предназначенного для ТООИР гидравлической системы

В качестве примера далее рассматриваются результаты аттестации гидроустановки ГУ-9977-00, которая без запуска двигателей позволяет проверить работоспособность основной и дублирующей гидравлических систем вертолета. Для проведения аттестации специа-

# СТЕНДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ МИ-8, МИ-17 И ЕГО МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

листами метрологической службы ФГУП ГосНИИ ГА была разработана Программа первичной аттестации, содержащая алгоритм и методику проведения исследований.

До начала проведения аттестации предприятием-разработчиком выполнено техническое обслуживание ГУ-9977-00 согласно эксплуатационной документации на установку. В комплект гидроустановки входят штатные средства измерений: манометр серии 20 ТМ-520 (0–10) МПа с диапазоном измерений (0 ÷ 10) МПа, класс точности 1,0 (по Государственному реестру № 25913–08 от 09.12.2018) и термометр ТКП-60С (–25–75)–1,5–1,6–А с диапазоном измерений от –25°С до +75°С, класс точности 1,5 (по Государственному реестру № 16942–98 от 01.01.2003). Они прошли метрологическое обслуживание (калибровку) в соответствии с действующими методиками и имели отметки о его прохождении – оттиск калибровочного клейма на лицевой панели и в эксплуатационной документации.

В процессе метрологической экспертизы, проведенной ФГУП ГосНИИ ГА также до начала работ по аттестации, установлено, что эксплуатационная документация на ГУ-9977-00 соответствует требованиям ОСТ 54–3–156.66–94 [6] и РМГ 63–2003 [7], в том числе и требованиям государственных стандартов единой системы конструкторской документации [8], [9]. Однако при проведении нормоконтроля выявлен ряд недостатков и несоответствий нормативным требованиям, а именно в тексте РЭ даны ссылки на недействующие (отмененные) государственные стандарты и другие нормативные документы; обозначение единиц физических величин не соответствовало требованиям ГОСТ 8.417 [9]. При этом выявленные не-

Таблица 1

Наименование аттестованного стендового оборудования	Назначение для бортовых систем вертолетов Ми-8, Ми-17
1. Гидроустановка ГУ-9977-00 малогабаритная передвижная	гидравлическая система (г/с) (проверка работоспособности)
2. Стенд НАЛФ.07.У.009.СО	г/с (промыть)
3. Стенд НАЛФ.07.У.011.СО	г/с (заправка)
4. Стенд НАЛФ.07/У.013.СО	г/с (отработка)
5. Гидроустановка НАЛФ.07.У.020.СО бортовая переносная	г/с (автономная проверка)
6. Стенд К.02.150 для зарядки и испытания огнетушителей	противопожарная система
7. Стенд К.07.116 проверочный универсальный	топливная система
8. Пульт НАЛФ.77.АФ.ВФ.СО	система электроснабжения (проверка авиационных амперметров и вольтметров)
9. Пульт НАЛФ.77.БУ-32.СО	система управления и г/с (проверка блока управления БУ-32)

Таблица 2

Наименование аттестуемой характеристики гидроустановки ГУ-9977-00	D	K <sub>r</sub>	Δ <sub>доп</sub>
1. Абсолютная суммарная погрешность измерения давления рабочей жидкости, кгс/см <sup>2</sup>	10	2,5	4
2. Абсолютная суммарная погрешность измерения температуры рабочей жидкости, °С	7,5	2,5	3

соответствия устранены разработчиком гидроустановки в период проведения аттестации.

Произведен расчет (таблица 2) показателей достоверности – предельно допускаемых значений погрешностей Δ<sub>доп</sub> аттестуемых характеристик гидроустановки ГУ-9977-00.

Проверка работоспособности проводилась на одном из сибирских авиаремонтных заводов путем подключения гидроустановки ГУ-9977-00 к основной и дублирующей гидросистемам (рис. 1 и 2) вертолета Ми-8АМТ бортовой № RF-28967 в соответствии с Руководством по технической эксплуатации вертолета. В ходе проверки установлено, что работа гидроустановки удовлетворяет требованиям эксплуатацион-



Рис. 1.

Проверка работоспособности гидроустановки ГУ-9977-00 (в нижнем левом углу – профиль аттестуемой гидроустановки; штуцеры зарядных шлангов подключены к входам «зарядка гидросистемы» вертолета Ми-8АМТ)



**Рис. 2.** Лицевая сторона приборной панели гидросистемы в кабине экипажа вертолета Ми-8АМТ (указатель давления основной гидросистемы показывает наличие давления, создаваемого ГУ-9977–00)

ной документации: вращение электродвигателя равномерное без заеданий, звук работы однотипный, все соединения испытываемой гидроустановки герметичны.

По результатам проведения аттестации подтверждено для  $P_d = 0,95$  соответствие (табл. 3) фактически воспроизводимых (задаваемых) значений рабочих характеристик гидроустановки ГУ-9977–00 требованиям эксплуатационной документации на вертолеты, а также технического задания и руководства по эксплуатации на гидроустановку.

В ходе проведения аттестации возникла необходимость в измерении параметров вибрации, создаваемой установкой ГУ-9977–00 в процессе работы. Необходимость измерений была обусловлена вхождением в комплект установки двух единиц средств измерений: манометра и термометра манометрического, относящихся к категории вибростойких. При этом уровень создаваемой вибрации в документации на ГУ-9977–00 не нормирован, что не позволяло оценить соответствие условий работы манометра и термометра требованиям их разработчиков (изготовителей).

Названные средства измерений относятся к категории вибростойких

**Таблица 3**

Наименование аттестуемых характеристик	Значения аттестуемых характеристик	
	Действительные	Нормируемые
1. Рабочее давление нагнетания, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	70 (7,0)	не более 65 <sup>+0,2</sup> (6,5 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,2</sub> )
2. Продолжительность непрерывной работы установки, мин	40	не более 40
3. Перерыв для охлаждения, мин	16	не менее 15
4. Производительность агрегата при давлении нагнетания 70 кгс/см <sup>2</sup> (7 МПа) при температуре рабочей жидкости 25°С, л/мин	9,2	не менее 8

*Примечания:*

- 1) Давление срабатывания предохранительного агрегата ГА77В составляет от 4,5 МПа (нижний предел срабатывания) до 6,8 МПа (верхний предел срабатывания);
- 2) Время непрерывной работы установки соответствует требованиям Руководства по эксплуатации ГУ-9977–00 и Технического задания на нее.



**Рис. 3.** Измерительная схема для контроля основных параметров гидроустановки и параметров вибрация (слева – ГУ-9977–00, передняя панель снята; справа – технологический стенд для прокачки)

и термостойких (в первую очередь, по отношению к отрицательным температурам). Однако чтобы оценить возможность их применения в комплекте гидроустановки необходимо знать, а какую же вибрацию создает сама установка – то есть создаваемые ею значения вибрации не должны превышать регламентиро-

ванных в описании типа средства измерений по Государственному реестру. При этом для термометра допускаемое значение амплитуды перемещения составляет 0,75 мм в диапазоне частот до 700 Гц.

Для проведения работ с использованием технологического стенда для прокачки была собрана измери-

# СТЕНДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ МИ-8, МИ-17 И ЕГО МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

тельная схема (рис. 3) контроля основных параметров установки (в том числе, рабочего давления нагнетания, режимов работы и других), регламентированных в руководстве по эксплуатации гидроустановки, а также параметров вибрации

Измерение вибрации проводилось с использованием анализатора типа ПР-200ЕХ. Были проведены измерения параметров вибрации (виброскорость, амплитуда смещения, частота колебаний), возникающей при работе ГУ-9977-00. Измерения проводились с датчиком пьезокерамическим в трех плоскостях колебаний У, Х и Z. Задача – выявление максимальных значений возникающей при работе ГУ-9977-00 вибрации. При этом по координате У измерения проводились в двух точках – в центре пересечения диагоналей верхней панели корпуса аттестуемой установки и ребре жесткости на уровне проекции; по оси Х – при установке датчика на боковой панели, а по оси Z – на лицевой панели.

Вид спектра вибрации по вертикальной (У) составляющей при установке датчика на ребре жесткости на уровне проекции представлен на рис. 4, на котором по оси абсцисс приведены значения частоты вибрации (в килогерцах), а по оси ординат – значения виброскорости (в мм/с). Из рисунка видно, что полученные значения виброскорости в диапазоне частот до 1 кГц. не превышают 2,1 мм/с, что для требуемого диапазона частот находится значительно ниже по параметру смещение, чем допускаемое 0,75 мм. Аналогичные результаты получены и для других плоскостей колебаний. Таким образом подтверждено нахождение параметров вибрации в допускаемых пределах, регламентиро-

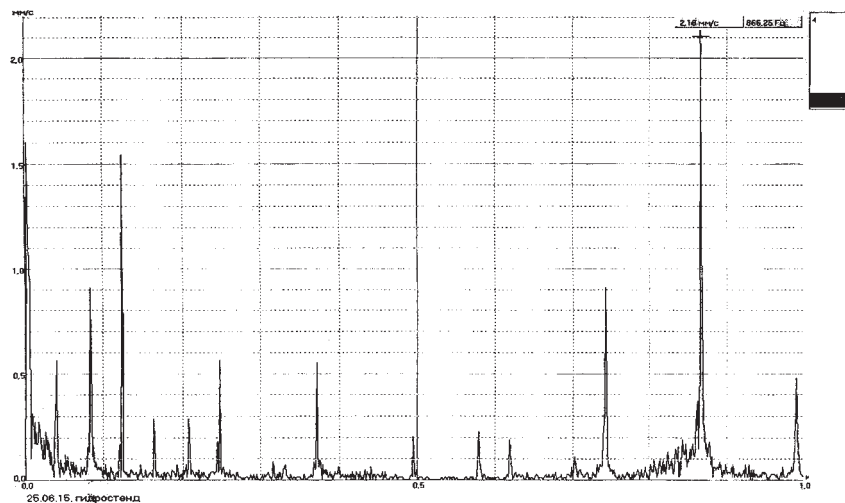


Рис. 4. Результаты измерений вибрации при работе гидроустановки ГУ-9977-00

ванных разработчиками (изготовителями) манометров ТМ-521 и термометров манометрических ТКП-60С, входящих в комплект ГУ-9977-00.

Создаваемая установкой вибрация значительно ниже предельно допускаемых значений, регламентированных для виброустойчивых средств измерений (манометра и термометра), входящих в комплект ГУ-9977-00. Кроме того, экспертным путем (на основании анализа технической документации) подтверждена работоспособность ГУ-9977-00 в заданном диапазоне температур.

В ходе проведения аттестации установлено, что рабочие характеристики гидроустановки ГУ-9977-00 соответствуют требованиям эксплуатационной документации на вертолеты, и она может применяться для работ по техническому обслуживанию гидросистем вертолетов Ми-8, Ми-17 и их модификаций в условиях эксплуатирующих и ремонтных предприятий воздушного транспорта.

Для исполнения требований ГОСТ Р 8.568-97 [6] и ОСТ 54-3-

1572.80-2001 [6] по результатам первичной аттестации гидроустановки ГУ-9977-00 был оформлен протокол аттестации и аттестат.

При этом разработчику была дана следующая рекомендация: для обеспечения функционирования ГУ-9977-00 при температуре от  $-45$  до  $+60$  °С внутренняя полость манометра ТМ-521 должна заполняться на заводе-изготовителе демпфирующей жидкостью (силиконом). Внутренняя полость манометра ТМ-521, входящего в комплект установки ГУ-9977-00 зав. № 141204, на которой проводилась аттестация, заполнена на заводе-изготовителе прибора глицерином ПК-94, рабочий диапазон при использовании которого составляет от  $-20$  до  $+60$  °С.

Результаты аттестации подтвердили, что гидроустановка ГУ-9977-00 с доверительной вероятностью  $P_d = 0,95$  обеспечивает достоверность задания (поддержания) рабочих режимов проверки гидросистемы вертолетов Ми-8, Ми-17 и их модификаций, регламентированных в эксплуатационной документации на вертолеты.

Технические условия на поставку ГУ-9977–00 не разрабатывались по причине мелкосерийности производства и возможности осуществлять поставку в соответствии с требованиями технического задания и руководства по технической эксплуатации на установку, содержащие необходимые технические и иные требования.

### Основные результаты аттестации стендового оборудования, предназначенного для ТОиР системы электроснабжения

Пульт НАЛФ.77.АФ, ВФ.СО предназначен для проверки амперметров (типа АФ1, А1, А2, А3) и вольтметров (типа В1, ВФ0,4), установленных на вертолетах для контроля величин напряжения и силы тока в системе электроснабжения. Пульт (рис. 5) в рабочих условиях эксплуатации обеспечивает проверку таких параметров амперметров и вольтметров как: 1) уравновешенность подвижной системы; 2) плавность хода стрелки; 3) основная погрешность измерений; 4) невозвращение стрелки к нулевой отметке; 5) вариация показаний. Очевидно, что проверки проводятся в лабораторных условиях, а амперметры и вольтметры для этого должны быть сняты с вертолетов.

Для проверки уравновешенности подвижной системы проверяемый прибор АФ1 устанавливали на поворотном кронштейне в нормальное положение (рис. 5), при котором ось прибора горизонтальна; реостатами R1 (грубо) и R3 (точно) стрелка прибора устанавливалась на отметку, находящуюся в диапазоне 50–100% от верхнего предела измерения. Наклоняя прибор



Рис. 5. Пульт НАЛФ.77.АФ.ВФ.СО для проверки авиационных амперметров и вольтметров (на верхней части корпуса – кронштейн с установленным для проверки авиационным амперметром)

вправо, влево и от себя на  $90^\circ$ , в каждом положении определялось смещение стрелки от выбранной отметки. Изменение показаний, вызванное наклонами проверяемого прибора от нормального положения, не должно превышать  $\pm 1,5\%$  от верхнего предела измерения.

Проверка плавности хода стрелки производилась в нормальном положении на поворотном кронштейне (т.е. ось прибора горизонтальна), а также при наклоне прибора от вертикального положения на  $90^\circ$  вправо, влево и от себя. Плавно изменяя измеряемую величину реостатами R1 (грубо) и R3 (точно), контролировали перемещение стрелки проверяемого амперметра от нулевой отметки до конечной отметки шкалы и обратно. Стрелка перемещалась плавно, без заметных скачков и затирааний по всему диапазону шкалы.

Проверка основной погрешности амперметра производилась на

каждой цифровой отметке шкалы путем сравнения показаний проверяемого амперметра с показаниями цифрового образцового прибора РА1 на пульте. Основная погрешность определяется в процентах от верхнего предела измерений и не должна превышать  $\pm 2,5\%$ .

Проверка установки стрелки на нулевую отметку шкалы: невозвращение стрелки к нулевой отметке при плавном уменьшении измеряемой величины от максимума до нуля не должно превышать 0,5 мм. Расстояние считают между центрами отметки и стрелки. Проверку выполняют на невибрирующем основании.

Проверка вариации также производится на невибрирующем основании. Вариация возникает вследствие наличия трения в опорах подвижной части и постепенного износа пары «кern-подпятник». Вариация – это наибольшая разность показаний между отдель-

# СТЕНДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ МИ-8, МИ-17 И ЕГО МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ными повторными показаниями прибора при одном и том же значении измеряемой величины, определённая при неизменных внешних условиях и отнесенная к конечному значению шкалы (в процентах). Вариация показаний определяется как разность показаний прибора на одной и той же точке шкалы проверяемого прибора, получаемых при плавном подводе стрелки к выбранной отметке сначала со стороны начальной, а затем – со стороны конечной отметки шкалы;

Вариация показаний не должна превышать двойного значения основной погрешности, то есть  $\pm 5\%$  от верхнего предела измерений, и определяется по формуле 2:

$$V = \frac{(A_{OH} - A_{OB})}{1000} \cdot 100, \quad (2)$$

где:  $V$  – вариация, %;

$A_{OH}$  – показания образцового цифрового прибора при увеличении измеряемой величины от 0 до проверяемой отметки амперметра АФ1, мА;

$A_{OB}$  – показания образцового цифрового прибора при уменьшении измеряемой величины от максимума до проверяемой отметки амперметра АФ1, мА.

## Основные результаты аттестации стендового оборудования, предназначенного для ТОиР противопожарной системы

Стенд для зарядки и испытания огнетушителей (рис. 6) предназначен: 1) для наполнения огнетушителей типа УБШ (рис. 7) и УБЦ хладо-

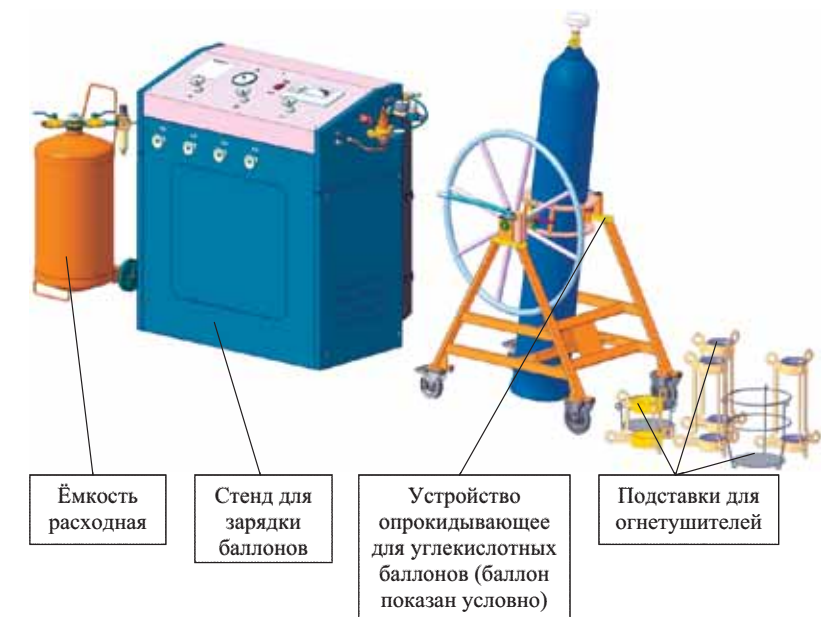


Рис. 6. Эскиз внешнего вида стенда К.02.150 для зарядки и испытания авиационных огнетушителей

ном марки 114В2 с давлением не более 0,5 МПа; 2) для зарядки хладоновых огнетушителей вытесняющим газом давлением до 12 МПа; 3) для наполнения баллонов и огнетушителей средней и малой ёмкости двуокисью углерода из изотермических емкостей с давлением не более 1,2 МПа; 4) для наполнения баллонов и огнетушителей средней и малой ёмкости жидкой двуокисью углерода из баллонов или рампы баллонов давлением не более 1,2 МПа.

Электроконтактный манометр на стенде позволяет оператору наблюдать за величиной давления зарядки и дает команду на отключение электронасоса при достижении заданного предела давления. Мембрана предохранительная МВ-1 расположена в крестовине, которая крепится на выходном трубопроводе агрегата. Давление разрыва мембраны  $P_p = (175-225)$  кгс/см<sup>2</sup>. При зарядке огнетушителей хладоном 114В2 используется емкость расходная, которая представляет



Рис. 7. Огнетушитель авиационный типа УБШ, размещенный на подставке из комплекта стенда К.02.150

собой баллон на колесах объемом 50 л. Расходная емкость устанавливается рядом с зарядной станцией и соединяется с ней рукавом. К расходной емкости подводится сетевой воздух ( $P = 3 - 5$  кгс/см<sup>2</sup>).

Воздух выдавливает в систему трубопроводов зарядной станции хладон 114В2, залитый в расходную емкость. Хладон, пройдя сетчатый фильтр и соленоидный вентиль, попадает в заряжаемый огнетушитель. Грузоподъемная платформа соединяется с блоком управления электрошнуром и предназначена для размещения на ней наполняемого огнетушителя или баллона и выдачи на блок управления результата измерения их массы.

При включении автоматически установится диапазон взвешивания (20–100) кг. При необходимости диапазон измерений можно изменить нажатием кнопки «20» переключения диапазонов на блоке СУЗС: установится диапазон взвешивания (2–20) кг. Весы устанавливают на ноль регулятором настройки. При вращении регулятора показания индикатора должны пройти через ноль, но не более чем на 6 кг для диапазона взвешивания (20–100) кг, и не более 0,6 кг для диапазона взвешивания (2–20) кг, затем при вращении регулятора в обратном направлении происходит точная настройка.

Для взвешивания огнетушитель устанавливается на грузоприемную платформу, а измеренные значения сравниваются с значением массы, выбитым на корпусе огнетушителя. Можно заряжать огнетушитель при расхождении значений массы в пределах допуска.

В соответствии с технической характеристикой станции наполнению подлежат баллоны стальные малого и среднего объема для газов на  $P_r \leq 19,6$  МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>), имеющие вместимость до 40 л. Для углекислоты применяются баллоны с рабочим давлением до 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре окружающего воздуха рабочей

зоны не выше 60 °С и при коэффициенте заполнения 0,72 кг/л.

## Основные результаты аттестации стендового оборудования, предназначенного для ТОиР топливной системы

Стенд проверочный универсальный К.07.116 предназначен для проверки герметичности топливной системы вертолетов.

Условия эксплуатации: закрытое помещение, имеющее приточно-вытяжную вентиляцию. На лицевой панели расположены приборы контроля и органы управления: светодиод, три манометра и четыре вентиля (рис. 8). Немигающий горящий светодиод сигнализирует о готовности к работе и заданных рабочих параметрах. Мигающий светодиод в процессе работы сигнализирует о превышении давления и срабатывании защитных средств. Манометры на лицевой панели служат для контроля давления в заводской магистрали, визуального контроля заполнения топливной системы воздухом и контроля герметичности испытуемой системы.

## Основные результаты аттестации стендового оборудования, предназначенного для ТОиР системы управления

Пульт НАРЗ.77.БУ-32.СО предназначен для проверки блоков управления БУ-32, БУ-32-1, БУ-32-3 и БУ-32-4 в условиях авиационных ремонтных предприятий.



Рис. 8.  
Стенд К.07.116 проверочный универсальный (лицевая панель)

Пульт в рабочих условиях эксплуатации обеспечивает проверку таких параметров контролируемых блоков как потребляемые токи, полярность выходных сигналов, работа системы сигнализации, уровень нулевого сигнала сервопривода (центровка блока), погрешность нулевого индикатора, передаточное число по температуре и давлению, работа встроенного контроля, зона нечувствительности усилителя сервопривода, а также остаточный сигнал по датчику обратной связи.

## Заключение

Таким образом, ФГУП ГосНИИ ГА разработана общая методология проведения аттестации и метрологических исследований стендового оборудования, для технического обслуживания и ремонта вертолетов Ми-8, Ми-17 и их модификаций; установлен порядок (алгоритм) определения характеристик достоверности контроля параметров пяти бортовых систем вертолетов с использованием упомянутых в настоящей публикации стендов. Проведены исследования и оценка фактических значений рабочих характеристик девяти типов стендового оборудования.

При проведении работ по аттестации учтены метрологические ри-



# СТЕНДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ МИ-8, МИ-17 И ЕГО МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ски, возникающие при производстве авиационной деятельности на воздушном транспорте с учетом ГОСТ Р 56116 [12] и публикации [13].

Аттестованное стендовое оборудование отвечает требованиям ГОСТ Р 8.568–97 [10], ОСТ 54–3–1572.80–2001 [11] и ГОСТ Р 55847 [5] и может быть рекомендовано для применения при выполнении работ по ТОиР бортовых систем вертолетов Ми-8, Ми-17 и их модификаций в условиях предприятий воздушного транспорта.

Для обеспечения достоверности контроля бортовых систем вертолетов Ми-8, Ми-17 и их модификаций с использованием аттестованного стендового оборудования необходимо проведение периодического метрологического обслуживания (калибровки или поверки) встроенных средств измерений из комплек-

тов поставки стендового оборудования.

Метрологическое обслуживание средств измерений из комплектов стендового оборудования следует проводить в метрологических службах, подтвердивших свою техническую компетентность либо в соответствии с документами государственной системы обеспечения единства измерений, либо РД 54–3–152.51–97 [15], либо иных действующих нормативных документов, а также имеющих систему качества, соответствующую положениям ГОСТ ИСО/МЭК 17025 [16].

Отечественные разработчики и производители успешно реализуют задачу модернизации парка стендового оборудования, предназначенного для проведения работ по ТОиР вертолетного парка.



## Литература

1. О внедрении в организациях гражданской авиации государственного стандарта Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. /Распоряжение Минтранса РФ от 13.11.2000 г. № 71/р
2. Богоявленский А. А., Боков А. Е. Измерения температуры газов за турбиной при испытаниях авиадвигателей после ремонта. // Мир измерений. – 2014. – № 11. – С. 7–14.
3. Богоявленский А. А., Боков А. Е. Метрологическая аттестация методики измерения поля температур газов за турбиной при испытаниях двигателей РУ-19А-300 после ремонта. // Научный вестник ГосНИИ ГА. – М., 2014. – № 4 (№ 315). – С. 24–29.
4. Богоявленский А. А. Аттестация испытательного оборудования узлов и агрегатов авиационной техники // Научный вестник МГТУ ГА. – М., 2014. – № 199 (1). – С. 126–133.
5. ГОСТ Р 55847–2013. Воздушный транспорт. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Контроль параметров технологического оборудования. Основные положения.
6. ОСТ 54–3–156.66–94. Отраслевая система обеспечения единства измерений (ОСОЕИ). Метрологическая экспертиза нормативной и технической документации.
7. РМГ 63–2003. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.
8. ГОСТ 2.601–2013. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Эксплуатационные документы.
9. ГОСТ 2.610–2006. ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов.
10. ГОСТ Р 8.568–97. ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
11. ОСТ 54–3–1572.80–2001. ОСОЕИ. Аттестация испытательного оборудования. Порядок проведения.
12. ГОСТ Р 56116–2014. Воздушный транспорт. Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. Метрологические риски. Основные положения.
13. Богоявленский А. А., Боков А. Е. Постановка задачи разработки методов управления метрологическими рисками негативных ситуаций в авиационной деятельности. // Мир измерений. – 2013. – № 10. – С. 3–7.
14. ГОСТ 8.417–2002. ГСИ. Единицы физических величин.
15. РД 54–3–152.51–97. ОСОЕИ. Порядок аккредитации метрологических служб предприятий гражданской авиации на право калибровки специальных средств измерений (введена в действие указанием Федеральной авиационной службы от 10.07.97 № 55/и).
16. ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.