

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)**

УТВЕРЖДАЮ

Начальник
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
доктор технических наук

Д.М. Гордиенко

2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**о взрывопожаробезопасности аккумуляторных батарей
серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW**

(Работа проведена по договору № СТ/3211/2022/2436А/Н-3.3 от 17.10.2022 г.)

Заместитель начальника института –
начальник НИЦ НТП ПБ

А.Ю. Лагозин

Москва 2022 г.

Список исполнителей

Заместитель начальника НИЦ НТП ГБ –
начальник отдела



А.И. Рябиков

Заместитель начальника отдела –
начальник сектора



А.А. Назаров

Начальник сектора



П.А. Леончук

Ведущий научный сотрудник
кандидат технических наук



В.А. Пехотиков

Старший научный сотрудник



О.И. Грузинова

Введение

В институт обратилось Общество с ограниченной ответственностью «Системотехника» (ООО «Системотехника») с просьбой провести испытания и подготовить Заключение о взрывопожаробезопасности аккумуляторных батарей серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW, изготавливаемых по технической документации изготовителя.

Работа выполнялась в соответствии с договором № СТ/3211/2022/2436А/Н-3.3 от 17.10.2022 г.

Для выполнения исследований Заказчиком были представлены следующие документы и образцы для испытаний:

1. Технические описания моделей аккумуляторных батарей серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW.
2. Аккумуляторная батарея HRL 12-580W в количестве 1 шт.
3. Письмо ООО «Системотехника» от 20.05.2022 г. № 92 с информацией о количестве выделяемого водорода аккумуляторными батареями серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW (Приложение 1).

1. Краткое описание объекта исследований

Объектами исследований в данной работе являлись аккумуляторные батареи серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW.

В соответствии с технической документацией аккумуляторные батареи серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW произведены по технологии AGM (электролит абсорбирован в стекловолоконном сепараторе). Аккумуляторные батареи являются герметизированными, необслуживаемыми, с системой рекомбинации газов (VRLA). Аккумуляторные батареи применяются в источниках бесперебойного питания, системах гарантированного питания систем связи, на объектах энергетики, в охранно-пожарных системах, системах на базе возобновляемых источников энергии, в медицинском оборудовании, в центрах обработки данных.

2. Программа испытаний

2.1. Испытание аккумуляторной батареи по оценке стойкости к нагреву током короткого замыкания.

Испытание проводится в соответствии с разделом 3 ГОСТ 12.2.007.12-88 «Система стандартов безопасности труда. Источники тока химические. Требования безопасности».

2.2. Расчет необходимой производительности вентиляции.

3. Испытание аккумуляторной батареи по оценке стойкости к нагреву током короткого замыкания.

Для проведения исследований по оценке стойкости аккумуляторных батарей серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW к нагреву током короткого замыкания был представлен образец аккумуляторной батареи (далее – АКБ) модель HRL 12-580W.

В соответствии с Договором для выполнения работы было проведено испытание АКБ в режиме короткого замыкания по разделу 3 ГОСТ 12.2.007.12-88 «Система стандартов безопасности труда. Источники тока химические. Требования безопасности».

3.1. Характеристика объекта испытания

Объект испытания представляет собой аккумуляторную батарею серии HRL торговой марки YELLOW, изготовленную в соответствии с технической документацией изготовителя.

Характеристики изделия представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики аккумуляторной батареи, представленной для испытаний

Модель	Емкость, А·ч	Напряжение, В	Размеры (LxWxH), мм	Масса, кг
HRL 12-580W	145	12	342x172x280	42,6

АКБ HRL 12-580W состоит из блока электродов, помещенного в бак из желтого пластика, закрытый крышкой из желтого пластика. АКБ имеет герметичное соединение крышки с баком и полюсными выводами (борнами). АКБ имеет два борна.

3.2. Процедура испытаний

Испытания проводились в отделе 3.3 ФГБУ ВНИИПО МЧС России с 21.11.2022 г. по 23.11.2022 г.

3.3. Условия проведения испытаний

Температура окружающей среды: от 17°C до 20°C;

Давление: 95,2 кПа до 96,0 кПа;

Влажность: от 50% до 75%.

3.4. Средства измерения

1. Секундомер СОПр-2а-3-000, заводской номер 7632;
2. Прибор измерения температуры А-565-002-02, заводской номер 051441;
3. Термоэлектрические преобразователи ТХК, заводские номера 1 – 12;
4. Вольтметр универсальный цифровой GDM 8145, заводской номер 851895.

3.5. Процедура отбора образцов

Образец АКБ модели HRL 12-580W был представлен на испытания в отдел 3.3 ФГБУ ВНИИПО МЧС России 28 октября 2022 г. Заказчиком.

Внешний вид и маркировка АКБ модели HRL 12-580W представлены на фотографии 1.



Фотография 1 Внешний вид и маркировка АКБ HRL 12-580W

3.6. Метод испытания

Испытания по оценке стойкости АКБ к нагреву током короткого замыкания проводят на полностью заряженном образце.

АКБ устанавливается в испытательном помещении, оборудованном вентиляцией.

На корпус АКБ для измерения температуры устанавливают термоэлектрические преобразователи с диаметром рабочего спая 0,5 мм.

К клеммам АКБ подключаются кабели с рубильником.

Рубильником АКБ переводится в режим короткого замыкания. С помощью прибора для измерения температуры проводится измерение температуры на корпусе АКБ.

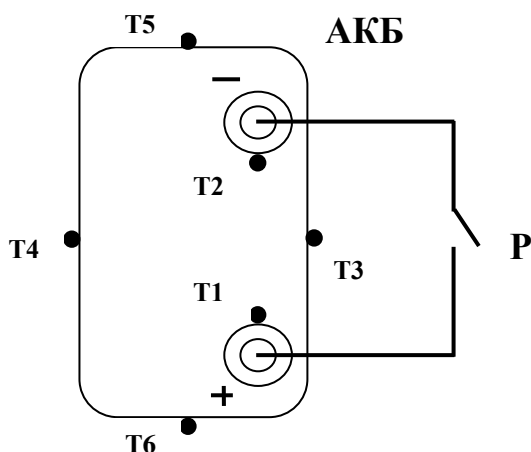
В ходе испытания осуществляется визуальное наблюдение за состоянием АКБ, наличием пожароопасных факторов, разрушений корпуса и т.п. Испытание проводят до полного разряда АКБ, достижения установившегося теплового режима на ее корпусе или нарушения целостности корпуса.

Результаты испытаний считаются положительными, если максимальная температура, измеренная в наиболее нагретой точке корпуса АКБ при работе в

режиме короткого замыкания, не превышает 0,8 температуры воспламенения материала корпуса.

3.7. Результаты испытания АКБ модели HRL 12-580W

Схема подключения АКБ модели HRL 12-580W представлена на рисунке 1.



АКБ – аккумуляторная батарея, Р – рубильник,

T1 – T6 – термоэлектрические преобразователи.

Рисунок 1 Схема подключения АКБ модели HRL 12-580W

Начальное измеренное напряжение на АКБ 13,04 В.

Термоэлектрические преобразователи (далее - ТП) устанавливались в следующих точках:

T1 – на крышке АКБ на расстоянии около 5 мм от клеммы «+»;

T2 – на крышке АКБ на расстоянии около 5 мм от клеммы «-»;

T3 – в центре широкой боковой поверхности бака АКБ со стороны борнов;

T4 – в центре широкой боковой поверхности бака АКБ со стороны противоположной борнам;

T5 – в центре узкой боковой поверхности бака АКБ со стороны клеммы «-»;

T6 – в центре узкой боковой поверхности бака АКБ со стороны клеммы «+».

При включении АКБ в режим короткого замыкания первичная величина тока составила 2460 А. На пятой секунде испытаний, произошел обрыв электрической цепи внутри АКБ и падение тока до нуля.

Измерение температуры на поверхности АКБ производилось до установившегося теплового режима АКБ.

Значения температуры, измеренные в указанных точках, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Время эксперимента, мин	0	1	2	3	4	5	10	20	30	60	90	120
Номер ТП	Измеренная температура, °С											
T1	17,0	19,4	20,3	20,8	21,1	21,3	21,5	20,6	19,7	18,5	18,2	18,0
T2	17,8	18,7	19,5	20,3	20,8	21,1	21,2	20,3	19,4	18,2	17,8	17,6
T3	16,8	17,1	17,2	17,3	17,3	17,4	17,5	17,8	18,0	18,1	18,1	18,1
T4	18,7	19,0	19,1	19,1	19,1	19,2	19,3	19,7	19,8	20,4	20,4	20,4
T5	16,7	17,1	17,2	17,3	17,3	17,4	17,6	17,8	17,8	17,8	17,7	17,6
T6	16,6	16,8	16,9	17,0	17,0	17,0	17,2	17,5	17,6	17,6	17,5	17,3

В процессе испытания АКБ модели HRL 12-580W максимальное фактическое значение температуры нагрева при коротком замыкании во внешней цепи аккумулятора составило 21,5⁰С. При этом, во время испытания пожароопасные факторы (дым, открытое пламя, оплавления, деформация бака и крышки аккумулятора) не наблюдались.

После завершения испытания корпус АКБ не имеет визуальных повреждений (оплавлений, трещин и других разрушений).

АКБ модели HRL 12-580W испытания в режиме короткого испытания выдержала.

4. Оценка требуемой производительности вентиляции для помещений, в которых применяются рассматриваемые аккумуляторные батареи

4.1. В настоящем разделе сформулированы выводы и даны рекомендации по обеспечению взрывопожаробезопасности с точки зрения газовыделения аккумуляторных батарей серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW.

4.2. Краткая характеристика рассматриваемых аккумуляторных батарей

Объектом исследования являлись аккумуляторные батареи серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW.

В соответствии с данными Заказчика, представленными в письме от 20.05.2022г. № 92 на рассматриваемые аккумуляторные батареи (Приложение 1), в таблице 3 приведены значения скорости выделения водорода для аккумуляторных батарей серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW.

Таблица 3

Скорости выделения водорода для аккумуляторных батарей серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW

Модель	Вес, кг	Скорость выделения водорода на аккумулятор см ³ /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального заряда
YELLOW ABF 12-50	17	2,96	13,21
YELLOW ABF 12-75	24	3,45	13,74
YELLOW ABF 12-90S	29,5	3,66	15,37
YELLOW ABF 12-100	31	3,85	16,38
YELLOW ABF 12-105	32,5	3,98	16,55
YELLOW ABF 12-125	40	4,59	17,88
YELLOW ABF 12-150	48	5,68	22,36
YELLOW ABF 12-180	55,5	6,32	23,82
YELLOW ABF 12-200	60	6,99	26,96
YELLOW HR 12-5	1,52	0,94	9,45
YELLOW HR 12-7	2,1	1,68	1,68
YELLOW HR 12-9	2,5	1,72	17,25
YELLOW HR 12-12	3,45	1,36	13,63
YELLOW HR 12-18	5,25	2,04	20,44
YELLOW HR 12-26	7,6	4,72	47,21
YELLOW HRL 12-33	10	6,01	60,13
YELLOW HRL 12-40	12,5	7,02	70,2
YELLOW HRL 12-45	14	7,59	75,93
YELLOW HRL 12-55	16,5	2,67	17,01
YELLOW HRL 12-65	20	3,01	22,59
YELLOW HRL 12-75	22	3,99	29,92
YELLOW HRL 12-88	25	4,72	32,61
YELLOW HRL 12-100	30	5,12	33,75
YELLOW HRL 12-120	35	6,88	46,09
YELLOW HRL 12-140	42	7,03	47,33
YELLOW HRL 12-150	43	7,44	47,67
YELLOW HRL 12-180	52,5	7,41	46,33
YELLOW HRL 12-200	60	6,91	44,24
YELLOW HRL 12-220	62	7,75	47,22
YELLOW HRL 12-250	71	8,12	47,81
YELLOW HRL 12-22W (5AЧ)	1,7	0,89	8,91

Модель	Вес, кг	Скорость выделения водорода на аккумулятор см ³ /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального заряда
YELLOW HRL 12-31W (7АЧ)	2,5	1,61	16,12
YELLOW HRL 12-34W (9АЧ)	2,7	1,71	17,18
YELLOW HRL 12-76W (18АЧ)	5,9	2,14	21,41
YELLOW HRL 12-100W (24АЧ)	8,2	3,64	36,42
YELLOW HRL 12-110W (28АЧ)	8,6	4,86	48,64
YELLOW HRL 12-125W (33АЧ)	10,5	5,93	59,37
YELLOW HRL 12-160W (45АЧ)	14,2	7,55	75,52
YELLOW HRL 12-200W (55АЧ)	17,3	2,67	17,01
YELLOW HRL 12-240W (65АЧ)	21,5	3,01	22,59
YELLOW HRL 12-270W (75АЧ)	23	3,99	29,92
YELLOW HRL 12-305W (80АЧ)	25,5	4,27	30,86
YELLOW HRL 12-320W (90АЧ)	29	4,72	32,61
YELLOW HRL 12-380W (100АЧ)	31	4,88	32,92
YELLOW HRL 12-400W (100АЧ)	31,5	5,12	33,75
YELLOW HRL 12-450W (120АЧ)	37	6,88	46,09
YELLOW HRL 12-475W (140АЧ)	42,5	7,03	47,33
YELLOW HRL 12-580W (145АЧ)	42,6	7,44	47,67
YELLOW HRL 12-535W (150АЧ)	47	7,42	47,11
YELLOW HRL 12-710W (200АЧ)	65	7,41	46,33
YELLOW VL 12-7,5	2,15	1,68	1,68
YELLOW VL 12-9	2,5	1,72	17,25
YELLOW VL 12-12	3,2	1,36	13,63
YELLOW VL 12-26	7,4	4,72	47,21
YELLOW VL 12-33	9,75	6,01	60,13
YELLOW VL 12-40	11,6	7,02	70,2
YELLOW VL 12-55	15,1	7,59	75,93
YELLOW VL 12-65	19,1	2,67	17,01
YELLOW VL 12-75	20,5	3,01	22,59
YELLOW VL 12-100K	30	3,99	29,92

4.3. Оценка требуемой производительности вентиляции для помещений, в которых применяются рассматриваемые аккумуляторные батареи

Исходя из специфики взрывопожароопасности аккумуляторных батарей (далее – аккумулятор), основным способом обеспечения пожарной безопасности помещений с применением указанных аккумуляторов является удаление водорода, выделяющегося при заряде из объема помещения с помощью вентиляции. Оценим требуемую производительность вентиляции для представленных в таблице 3 типов аккумуляторов.

Требуемую производительность вентиляции для обеспечения непревышения концентрацией водорода предельно допустимой величины, равной 10% от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), определяем в соответствии с СП 60.13330.2020 (приложение Г) [1], по формуле:

$$L = L_{w,z} + \frac{m_{po} - L_{w,z}(q_{w,z} - q_{in})}{q_l - q_{in}}, \quad (1)$$

где $L_{w,z}$ - расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды, m^3/c ;

m_{po} - расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух помещения, $кг/с$ (в рассматриваемом случае скорость выделения водорода на аккумулятор W , $кг/с$);

$q_{w,z}$, q_l - концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемом соответственно из обслуживаемой или рабочей зоны помещения и за их пределами, $кг/м^3$ (в рассматриваемом случае $q_l = 0,1 \cdot C_{НКПР}$ - 10 % от нижнего концентрационного предела распространения пламени водородовоздушной смеси, $кг/м^3$, $q_l = 3,3 \cdot 10^{-4} кг/м^3$);

q_{in} - концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемом в помещение, $кг/м^3$.

Если системы местных отсосов отсутствуют, то $L_{w,z} = 0$. Кроме того, если в воздухе, поступающем в объем помещения за счет работы систем вентиляции, пары легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и горючие газы отсутствуют (нет рециркуляции), то $q_{in} = 0$.

После преобразования получаем:

$$L = \frac{n \cdot W}{q_l} \quad (2)$$

где n - количество заряжаемых аккумуляторов;

W - скорость выделения водорода на один аккумулятор ($кг/с$).

Массовая скорость выделения водорода ($кг/с$) рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_p)} \cdot \omega \quad (3)$$

где V_0 - объем киломоля газа при нормальных условиях, равный $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$;

$\alpha = 0,00367$ - коэффициент температурного расширения газа, град $^{-1}$;

M – молярная масса водорода, кг·кмоль $^{-1}$;

t_p – температура воздуха в помещении, °С;

ω –объемная скорость выделения водорода на аккумулятор, м 3 /с (приведена в таблице 3).

Для пользователей рассматриваемых аккумуляторов представляет интерес величина требуемой производительности воздухообмена в помещении в расчете на один заряжаемый аккумулятор $Q_{уд}$, м 3 /час. Требуемые величины $Q_{уд}$ для аккумуляторов серии UFTG приведены в таблице 4 (данные, полученные расчетом по формуле (2) для $n=1$).

Таблица 4

Требуемая производительность воздухообмена в помещении
в расчете на один заряжаемый аккумулятор
для аккумуляторов серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW

Тип аккумулятора	Вес аккумулятора, кг	Требуемая производительность вентиляции на элемент, м 3 /час	
		Режим нормального заряда*	Режим максимального (аварийного) заряда**
YELLOW ABF 12-50	17	$7,4 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-75	24	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-90S	29,5	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-100	31	$9,7 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-105	32,5	$1 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-125	40	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-150	48	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-180	55,5	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
YELLOW ABF 12-200	60	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$
YELLOW HR 12-5	1,52	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$
YELLOW HR 12-7	2,1	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$
YELLOW HR 12-9	2,5	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$
YELLOW HR 12-12	3,45	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$
YELLOW HR 12-18	5,25	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
YELLOW HR 12-26	7,6	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
YELLOW HRL 12-33	10	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
YELLOW HRL 12-40	12,5	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$
YELLOW HRL 12-45	14	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$
YELLOW HRL 12-55	16,5	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$
YELLOW HRL 12-65	20	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$

Тип аккумулятора	Вес аккумулятора, кг	Требуемая производительность вентиляции на элемент, м ³ /час	
		Режим нормального заряда*	Режим максимального (аварийного) заряда**
YELLOW HRL 12-75	22	1·10 ⁻³	7,5·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-88	25	1,2·10 ⁻³	8,2·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-100	30	1,3·10 ⁻³	8,5·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-120	35	1,7·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-140	42	1,8·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-150	43	1,9·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-180	52,5	1,9·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-200	60	1,7·10 ⁻³	1,1·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-220	62	1,9·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-250	71	2·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-22W (5АЧ)	1,7	2,2·10 ⁻⁴	2,2·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-31W (7АЧ)	2,5	4·10 ⁻⁴	4,1·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-34W (9АЧ)	2,7	4,3·10 ⁻⁴	4,3·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-76W (18АЧ)	5,9	5,4·10 ⁻⁴	5,4·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-100W (24АЧ)	8,2	9,2·10 ⁻⁴	9,2·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-110W (28АЧ)	8,6	1,2·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-125W (33АЧ)	10,5	1,5·10 ⁻³	1,5·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-160W (45АЧ)	14,2	1,9·10 ⁻³	1,9·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-200W (55АЧ)	17,3	6,7·10 ⁻⁴	4,3·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-240W (65АЧ)	21,5	7,6·10 ⁻⁴	5,7·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-270W (75АЧ)	23	1·10 ⁻³	7,5·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-305W (80АЧ)	25,5	1,1·10 ⁻³	7,8·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-320W (90АЧ)	29	1,2·10 ⁻³	8,2·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-380W (100АЧ)	31	1,2·10 ⁻³	8,3·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-400W (100АЧ)	31,5	1,3·10 ⁻³	8,5·10 ⁻³
YELLOW HRL 12-450W (120АЧ)	37	1,7·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-475W (140АЧ)	42,5	1,8·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-580W (145АЧ)	42,6	1,9·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-535W (150АЧ)	47	1,9·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW HRL 12-710W (200АЧ)	65	1,9·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW VL 12-7,5	2,15	4,2·10 ⁻⁴	4,2·10 ⁻⁴
YELLOW VL 12-9	2,5	4,3·10 ⁻⁴	4,3·10 ⁻³
YELLOW VL 12-12	3,2	3,4·10 ⁻⁴	3,4·10 ⁻³
YELLOW VL 12-26	7,4	1,2·10 ⁻³	1,2·10 ⁻²
YELLOW VL 12-33	9,75	1,5·10 ⁻³	1,5·10 ⁻²
YELLOW VL 12-40	11,6	1,8·10 ⁻³	1,8·10 ⁻²
YELLOW VL 12-55	15,1	1,9·10 ⁻³	1,9·10 ⁻²
YELLOW VL 12-65	19,1	6,7·10 ⁻⁴	4,3·10 ⁻³
YELLOW VL 12-75	20,5	7,6·10 ⁻⁴	5,7·10 ⁻³
YELLOW VL 12-100K	30	1·10 ⁻³	7,5·10 ⁻³

Как следует из таблицы 4, требуемые производительности вентиляции для аккумуляторных батарей невелики и не превышают $6,8 \cdot 10^{-3}$ м³/час на один

заряжаемый в максимальном (аварийном) режиме аккумулятор YELLOW серии ABF; $1,2 \cdot 10^{-2}$ м³/час на аккумулятор YELLOW серии HR; $1,9 \cdot 10^{-2}$ м³/час на аккумулятор YELLOW серии HRL; $1,9 \cdot 10^{-2}$ м³/час на аккумулятор YELLOW серии VL.

Если аккумуляторная батарея состоит из нескольких аккумуляторов, то требуемые производительности вентиляции для входящих в батарею аккумуляторов складываются.

Водород имеет плотность, существенно меньшую, чем плотность воздуха (при нормальных условиях $\rho_{H_2} = 8,99 \cdot 10^{-2}$ кг/м³), и быстро рассеивается в окружающей атмосфере. Свободное движение воздуха около каждого аккумулятора соответствует обычным условиям его циркуляции и теплоотвода, что достаточно для предотвращения образования локальной взрывоопасной водородовоздушной смеси вблизи одного аккумулятора. По данным ВНИИПО и других организаций, концентрация водорода однородна по высоте помещения в области, расположенной выше источника его поступления, и локальные взрывоопасные объемы в помещении образовываться не будут при наличии воздухообмена с производительностью, не ниже указанной в таблице 4 (с учетом сложения производительностей для отдельных аккумуляторов при их количестве, превышающем 1).

4.4. Рекомендации по обеспечению взрывопожаробезопасности

Для обеспечения взрывопожаробезопасности помещений при использовании рассмотренных аккумуляторных батарей YELLOW серий ABF, HR, HRL, VL при наличии в помещении вентиляции (естественной или принудительной) достаточная ее производительность на один аккумулятор приведена в таблице 4.

Аккумуляторные батареи YELLOW серий ABF, HR, HRL, VL при комнатной температуре могут устанавливаться в производственном или складском помещении (в случае отсутствия запрета размещения аккумуляторных в складских помещениях в нормативных документах по

пожарной безопасности) при условии обеспечения естественной или принудительной вентиляции верхней части помещения с требуемой производительностью воздухообмена (данные, представленные в таблице 4 для единичного аккумулятора), определяемой расчетным путем с учетом суммарного количества заряжаемых аккумуляторов.

Зарядное устройство при любых колебаниях напряжения в сети должно поддерживать напряжение заряда, не выше указанного в инструкции по эксплуатации, и автоматически отключаться при повышении этого значения.

В процессе эксплуатации вблизи аккумуляторов на расстоянии не менее 1 м необходимо исключить возможные источники зажигания (курение, проведение работ с применением открытого пламени, а также иные источники зажигания).

Срок эксплуатации аккумуляторов не должен превышать установленный технической документацией.

При эксплуатации рассматриваемых аккумуляторов, кроме рекомендаций настоящего документа, следует руководствоваться нормативным правовым актом «Правила противопожарного режима в Российской Федерации» [2].

Заключение

Выполненные исследования дают основание считать, что аккумуляторные батареи серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW, изготавливаемые по технической документации изготовителя отвечают требованиям взрывопожаробезопасности и могут применяться в источниках бесперебойного питания, системах гарантированного питания систем связи, на объектах энергетики, в охранно-пожарных системах, системах на базе возобновляемых источников энергии, в медицинском оборудовании, в центрах обработки данных и других объектах в условиях, оговоренных в технической документации производителя.

Размещение аккумуляторных батарей серий ABF, HR, HRL, VL торговой марки YELLOW в производственных или складских помещениях (в случае отсутствия запрета размещения аккумуляторных в складских помещениях в

нормативных документах по пожарной безопасности) и офисах при соблюдении инструкции по эксплуатации и разработанных рекомендаций по обеспечению взрывопожаробезопасности (Раздел 4 настоящего документа) не приведет к повышению категории помещения до А.

Исходя из полученных результатов исследования и с учетом выполнения разработанных рекомендаций по обеспечению пожаровзрывобезопасности (Раздел 4 настоящего документа), допускается заряд рассматриваемых единичных аккумуляторов в производственном или складском помещении (в случае отсутствия запрета размещения аккумуляторных в складских помещениях в нормативных документах по пожарной безопасности), при условии обеспечения требуемой вентиляции, соответствующей требованиям п. А.2.3 [3], при комнатной температуре.

Литература

1. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».
2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации.
3. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

Исх. № 92 от 20.05.2022г.

на Вх. № ИВ-117-478-13-3 от 15.02.2022г

Начальнику ФГБУ ВНИИПО МЧС России
Гордиенко Денису Михайловичу

Уважаемый Денис Михайлович!

В ответ на ваше письмо №ИВ-117-478-13-3 от 15.02.2022г прошу рассмотреть данные по скорости выделения водорода из аккумуляторов с целью получения Заключения ВНИИПО МЧС о пожаровзрывобезопасности.

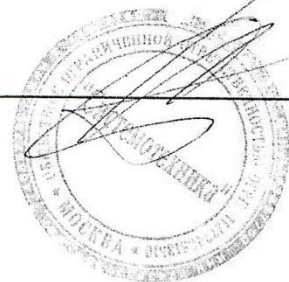
Приложение:

Таблица с данными по скорости выделения водорода из аккумуляторов

С уважением,

Генеральный директор

ООО «Системотехника»



А.А. Сироткин

Модель YELLOW	Вес	Габариты (Д*Ш*В/Втах)	Тип исполнения	Срок службы, лет
YELLOW ABF 12-50	17	291*106*223	AGM	12
YELLOW ABF 12-75	24	562*114*189	AGM	12
YELLOW ABF 12-90S	29,5	562*114*189	AGM	12
YELLOW ABF 12-100	31	410*110*287	AGM	12
YELLOW ABF 12-105	32,5	527*110*224	AGM	12
YELLOW ABF 12-125	40	549*105*315	AGM	12
YELLOW ABF 12-150	48	565*110*288	AGM	12
YELLOW ABF 12-180	55,5	546*125*317	AGM	12
YELLOW ABF 12-200	60	546*125*317	AGM	12
YELLOW AZ 2-100	5,6	171*72*205/210	AGM	18
YELLOW AZ 2-200	12,8	171*111*330/364	AGM	18
YELLOW AZ 2-300	18	171*151*330/364	AGM	18
YELLOW AZ 2-400	25	210*175*330/367	AGM	18
YELLOW AZ 2-500	30	241*175*330/365	AGM	18
YELLOW AZ 2-600	36	302*175*330/367	AGM	18
YELLOW AZ 2-800	50	410*175*330/367	AGM	18
YELLOW AZ 2-1000	60	475*175*330/367	AGM	18
YELLOW AZ 2-1250	60	475*175*330/367	AGM	18
YELLOW AZ 2-1500	93	400*350*345/382	AGM	18
YELLOW AZ 2-2000	120	490*350*345/382	AGM	18
YELLOW AZ 2-3000	180	710*350*345/382	AGM	18
YELLOW GZ 2-100	5,6	171*72*205/210	GEL	18
YELLOW GZ 2-200	12,8	171*111*330/364	GEL	18
YELLOW GZ 2-300	18	171*151*330/364	GEL	18
YELLOW GZ 2-400	25	210*175*330/367	GEL	18
YELLOW GZ 2-500	30	241*175*330/365	GEL	18
YELLOW GZ 2-600	36	302*175*330/367	GEL	18
YELLOW GZ 2-800	50	410*175*330/367	GEL	18
YELLOW GZ 2-1000	60	475*175*330/367	GEL	18
YELLOW GZ 2-1500	93	400*350*345/382	GEL	18
YELLOW GZ 2-2000	120	490*350*345/382	GEL	18
YELLOW GZ 2-3000	180	710*350*345/382	GEL	18
YELLOW GB 12-33	10	195*130*155/166	GEL	12
YELLOW GB 12-40	12,5	197*165*170/170	GEL	12
YELLOW GB 12-50	15,5	229*138*208/228	GEL	12
YELLOW GB 12-65	20	350*167*179/179	GEL	12
YELLOW GB 12-70	21,5	260*168*211/214	GEL	12
YELLOW GB 12-90	27	306*169*211/214	GEL	12
YELLOW GB 12-100	29,5	330*171*214/220	GEL	12
YELLOW GB 12-120	34	406*173*208/238	GEL	12
YELLOW GB 12-150	43	485*172*240/240	GEL	12
YELLOW GB 12-180	52,5	522*238*218/221	GEL	12
YELLOW GB 12-200	59,5	522*238*218/221	GEL	12
YELLOW GB 12-250	71	521*269*220/223	GEL	12
YELLOW HR 12-5	1,52	90*70*101/107	AGM	5
YELLOW HR 12-7	2,1	151*65*94/100	AGM	5
YELLOW HR 12-9	2,5	151*65*94/100	AGM	5
YELLOW HR 12-12	3,45	151*98*95/101	AGM	5
YELLOW HR 12-18	5,25	181*77*167/167	AGM	5
YELLOW HR 12-26	7,6	166*175*125/125	AGM	5
YELLOW HRL 12-33	10	195*130*155/166	AGM	10
YELLOW HRL 12-40	12,5	197*165*170/170	AGM	10
YELLOW HRL 12-45	14	197*165*170/170	AGM	10
YELLOW HRL 12-55	16,5	229*138*211/214	AGM	10
YELLOW HRL 12-65	20	350*167*179/179	AGM	10
YELLOW HRL 12-75	22	260*168*211/214	AGM	10
YELLOW HRL 12-88	25	306*169*211/214	AGM	10
YELLOW HRL 12-100	30	330*171*214/220	AGM	10
YELLOW HRL 12-120	35	409*176*225/225	AGM	10
YELLOW HRL 12-140	42	340*172*282/284	AGM	10
YELLOW HRL 12-150	43	485*172*240/240	AGM	10
YELLOW HRL 12-180	52,5	522*238*218/221	AGM	10
YELLOW HRL 12-200	60	522*238*218/221	AGM	10
YELLOW HRL 12-220	62	522*238*218/221	AGM	10

Скорость выделения водорода на аккумулятор см3/час	
Режим нормального заряда	Режим максимального заряда
2,96	13,21
3,45	13,74
3,66	15,37
3,85	16,38
3,98	16,55
4,59	17,88
5,68	22,36
6,32	23,82
6,99	26,96
0,51	5,71
0,85	6,86
1,22	10,14
1,88	14,44
2,09	16,34
2,75	22,06
3,65	29,64
4,43	36,77
5,59	44,42
6,23	49,87
8,1	66,14
12,41	99,67
0,5	5,68
0,82	6,82
1,2	10,1
1,86	14,39
2,07	16,3
2,72	22,01
3,62	29,59
4,4	36,51
6,19	49,76
7,99	65,95
12,37	99,23
6,01	60,13
7,02	70,2
2,67	17,01
3,01	22,59
3,99	29,92
4,72	32,61
5,12	33,75
6,88	46,09
7,39	47,78
7,38	46,26
6,87	44,15
8,03	47,72
0,94	9,45
1,68	1,68
1,72	17,25
1,36	13,63
2,04	20,44
4,72	47,21
6,01	60,13
7,02	70,2
7,59	75,93
2,67	17,01
3,01	22,59
3,99	29,92
4,72	32,61
5,12	33,75
6,88	46,09
7,03	47,33
7,44	47,67
7,41	46,33
6,91	44,24
7,75	47,22

YELLOW HRL 12-250	71	521*269*220/223	AGM	10
YELLOW HRL 12-22W (5A4)	1,7	90*70*101/107	AGM	10
YELLOW HRL 12-31W (7A4)	2,5	151*65*94/100	AGM	10
YELLOW HRL 12-34W (9A4)	2,7	151*65*94/100	AGM	10
YELLOW HRL 12-76W (18A4)	5,9	181*77*167/167	AGM	10
YELLOW HRL 12-100W (24A4)	8,2	166*175*125/125	AGM	10
YELLOW HRL 12-110W (28A4)	8,6	165*125*175/182	AGM	10
YELLOW HRL 12-125W (33A4)	10,5	195*130*155/180	AGM	10
YELLOW HRL 12-160W (45A4)	14,2	197*165*170/170	AGM	12
YELLOW HRL 12-200W (55A4)	17,3	229*138*221/224	AGM	12
YELLOW HRL 12-240W (65A4)	21,5	350*167*179/179	AGM	12
YELLOW HRL 12-270W (75A4)	23	260*168*211/214	AGM	12
YELLOW HRL 12-305W (80A4)	25,5	260*168*211/214	AGM	12
YELLOW HRL 12-320W (90A4)	29	307*169*208*227	AGM	12
YELLOW HRL 12-380W (100A4)	31	330*171*214/220	AGM	12
YELLOW HRL 12-400W (100A4)	31,5	330*171*214/221	AGM	12
YELLOW HRL 12-450W (120A4)	37	409*176*225/225	AGM	12
YELLOW HRL 12-475W (140A4)	42,5	340*172*282/284	AGM	12
YELLOW HRL 12-580W (145A4)		342*172*280/285	AGM	12
YELLOW HRL 12-535W (150A4)	47	485*172*240/240	AGM	12
YELLOW HRL 12-710W (200A4)	65	522*238*218/221	AGM	12
YELLOW AB 12-0.8	0,34	96*25*62/62	AGM	5
YELLOW AB 12-1.2	0,6	97*43*52/58	AGM	5
YELLOW AB 12-2.0	0,8	178*35*61/67	AGM	5
YELLOW AB 12-2.2	0,83	178*35*61/67	AGM	5
YELLOW AB 12-2.3	0,9	178*35*61/67	AGM	5
YELLOW AB 12-2.5	0,9	104*48*70/70	AGM	5
YELLOW AB 12-2.8	1	67*67*97/103	AGM	5
YELLOW AB 12-2.9	1,05	79*56*99/105	AGM	5
YELLOW AB 12-3.2	1,25	134*67*61/67	AGM	5
YELLOW AB 12-4.0	1,36	90*70*101/107	AGM	5
YELLOW AB 12-5.0	1,52	90*70*101/107	AGM	5
YELLOW AB 12-6.3	1,98	151*65*94/100	AGM	5
YELLOW RTM 12-100PL	31,2	341,5*175*213/215	YPL/AGM	20
YELLOW RTM 12-62PLFT	19,5	299*97*267	YPL/AGM	20
YELLOW RTM 12-100PLFT	30,8	405,4*108*287	YPL/AGM	20
YELLOW RTM 12-150PLFT	48	559*125*227	YPL/AGM	20
YELLOW RTM 12-170PLFT	54,2	559*125*320	YPL/AGM	20
YELLOW RTM 12-190PLFT	57,6	559*125*320	YPL/AGM	20
YELLOW RTM 12-210PLFT	60,5	559*125*328	YPL/AGM	20
YELLOW VL 12-7.5	2,15	151*65*94/100	AGM	5
YELLOW VL 12-9	2,5	151*65*94/100	AGM	5
YELLOW VL 12-12	3,2	151*98*94/100	AGM	5
YELLOW VL 12-26	7,4	166*175*127	AGM	7
YELLOW VL 12-33	9,75	197*130*155/171	AGM	12
YELLOW VL 12-40	11,6	197*165*175	AGM	12
YELLOW VL 12-55	15,1	231*138*208/225	AGM	12
YELLOW VL 12-65	19,1	347*167*176	AGM	12
YELLOW VL 12-75	20,5	260*169*209/214	AGM	12
YELLOW VL 12-100K	30	330*171*214	AGM	12
YELLOW VLG 12-200 Solar	60	522*238*218	NanoGel	15
YELLOW OPzV 2-100	13	103*206*356/389	GEL	20
YELLOW OPzV 2-150	16	103*206*356/389	GEL	20
YELLOW OPzV 2-200	18	103*206*356/389	GEL	20
YELLOW OPzV 2-250	21,5	124*206*356/389	GEL	20
YELLOW OPzV 2-300	25	145*206*356/389	GEL	20
YELLOW OPzV 2-350	27	124*206*473/505	GEL	20
YELLOW OPzV 2-420	31,5	145*206*473/505	GEL	20
YELLOW OPzV 2-490	36,5	166*206*473/505	GEL	20
YELLOW OPzV 2-600	45	145*206*646/678	GEL	20
YELLOW OPzV 2-800	60	191*210*646/678	GEL	20
YELLOW OPzV 2-1000	72,5	233*210*646/678	GEL	20
YELLOW OPzV 2-1200	87	275*210*646/678	GEL	20
YELLOW OPzV 2-1500	105,5	275*210*795/827	GEL	20
YELLOW OPzV 2-2000	142,5	399*212*770/802	GEL	20
YELLOW OPzV 2-2500	176	487*212*770/802	GEL	20
YELLOW OPzV 2-3000	212	576*212*770/802	GEL	20

8,12	47,81
0,89	8,91
1,61	16,12
1,71	17,18
2,14	21,41
3,64	36,42
4,86	48,64
5,93	59,37
7,55	75,52
2,67	17,01
3,01	22,59
3,99	29,92
4,27	30,86
4,72	32,61
4,88	32,92
5,12	33,75
6,88	46,09
7,03	47,33
7,44	47,67
7,42	47,11
7,41	46,33
0,21	2,15
0,25	2,59
0,4	4,16
0,41	4,18
0,45	4,57
0,51	5,16
0,55	5,53
0,56	5,62
0,78	0,78
0,89	8,93
0,91	9,16
0,93	9,39
3,63	3,63
3,27	12,86
3,63	3,63
5,46	22,35
6,28	24,65
6,97	27,88
7,22	29,12
1,68	1,68
1,72	17,25
1,36	13,63
4,72	47,21
6,01	60,13
7,02	70,2
7,59	75,93
2,67	17,01
3,01	22,59
3,99	29,92
7,21	45,01
0,54	5,78
0,6	6,56
0,85	6,86
1,1	8,21
1,26	10,26
1,48	12,1
1,9	14,65
2,11	16,96
2,85	22,35
3,69	29,64
4,55	36,87
5,61	44,52
6,38	50,33
8,26	66,39
10,53	83,03
12,46	99,89