

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА»  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель начальника

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

доктор технических наук, профессор

 - С.С. Воевода

« 9 » февраля 2016 г.



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

о пожаровзрывобезопасности герметизированных необслуживаемых  
свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura  
(Договор от 25 декабря 2015 г. № 1164/Н-3.5)

Москва 2016 г.

## Содержание

1 Введение.....	3
2 Краткая характеристика рассматриваемых батарей.....	4
3 Оценка требуемой производительности вентиляции для помещений, в которых применяются рассматриваемые аккумуляторы.....	9
4 Рекомендации по обеспечению пожаровзрывобезопасности.....	20
5 Заключение .....	21
6 Литература .....	22

## **1. Введение**

В настоящем документе сформулированы выводы и даны рекомендации по обеспечению пожаровзрывобезопасности герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura.

В соответствии с данными Заказчика при правильной эксплуатации упомянутые выше аккумуляторы обладают низким газовыделением благодаря высокой степени рекомбинации газов (99 %), что существенно повышает их пожаровзрывобезопасность.

Необходимо отметить, что такой метод обеспечения пожаровзрывобезопасности аккумуляторных батарей в России не применялся и не отражен в ПУЭ (Правилах Устройства Электроустановок).

В связи с вышеизложенными обстоятельствами ООО «Акку-Фертриб» и ФГБУ ВНИИПО МЧС России заключили Договор от 25 декабря 2015 г. № 1164/Н-3.5 на оказание услуг по теме «Разработка и выдача заключения о пожаровзрывобезопасности свинцово-кислотных аккумуляторных батарей Ventura и ВВ BATTERY».

Настоящий документ разработан в рамках выполнения исследований по указанному договору.

## 2. Краткая характеристика рассматриваемых батарей

Объектом исследования являлись герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы В.В.ВАНТЕРИ и Ventura.

Аккумуляторы В.В.ВАНТЕРИ представляют собой герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы, электролит которых абсорбирован в стекловолокнистый наполнитель, служащий одновременно сепаратором (технология AGM). Область применения аккумуляторов В.В. ВАНТЕРИ: источники бесперебойного питания (UPS), системы охранно-пожарной сигнализации, медицинская техника, телекоммуникация и связь.

Аккумуляторы Ventura представляют собой герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы, электролит которых абсорбирован в стекловолокнистый наполнитель, служащий одновременно сепаратором (технология AGM). Область применения аккумуляторов Ventura: телекоммуникация и связь, источники бесперебойного питания (UPS), энергетика, железнодорожный транспорт.

Пожаровзрывоопасность свинцово-кислотных аккумуляторов обусловлена, главным образом, образованием и выделением газообразного водорода при их функционировании. В связи с этим основной характеристикой пожаровзрывоопасности аккумуляторов является скорость выделения водорода в процессе их заряда.

В соответствии с данными, представленными ООО «АККУ-ФЕРТРИБ» на рассматриваемые аккумуляторы [1], в табл.1 приведены значения скорости выделения водорода для свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. ВАНТЕРИ и Ventura.

Таблица 1

Скорости выделения водорода для герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura по данным [1]

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Скорость выделения водорода на аккумулятор, см <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
<b>Аккумуляторы В.В. BATTERY</b>			
<b>Серия BC</b>			
BC 7 - 12	7	0,19	1,9
BC 12 - 12	12	0,33	3,3
BC 17 - 12	17	0,47	4,7
BC 28 - 12	28	0,78	7,8
BC 42 - 12	42	1,17	11,7
BC 65 - 12	65	1,80	18,0
BC 100 - 12	100	2,78	27,8
BC 120 - 12	120	3,33	33,3
BC 160 - 12	160	4,44	44,4
BC 200 - 12	200	5,56	55,6
BC 230 - 12	230	6,39	63,9
<b>Серия BPS</b>			
BPS 10 - 4	10	0,28	2,8
BPS 1,0 - 6	1	0,03	0,3
BPS 1,2 - 6	1,2	0,033	0,33
BPS 3 - 6	3	0,08	0,8
BPS 4 - 6	4	0,11	1,1
BPS 4,5 - 6	4,5	0,13	1,3
BPS 5 - 6	5	0,14	1,4
BPS 7 - 6	7	0,19	1,9
BPS 8 - 6	8	0,22	2,2
BPS 10 - 6	10	0,28	2,8
BPS 12 - 6	12	0,33	3,3
BPS 33 - 6	33	0,92	9,2
BPS 180 - 6	180	5,0	50
BPS 1,2 - 12	1,2	0,033	0,33
BPS 2,3 - 12	2,3	0,06	0,6
BPS 3 - 12	3	0,08	0,8
BPS 3,6 - 12	3,6	0,10	1,0
BPS 4 - 12	4	0,11	1,1
BPS 4,5 - 12	4,5	0,13	1,3
BPS 5 - 12	5	0,14	1,4
BPS 7 - 12	7	0,19	1,9
BPS 7,5 - 12	7,5	0,21	2,1

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Скорость выделения водорода на аккумулятор, см <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
BPS 10 - 12	10	0,28	2,8
BPS 12 - 12	12	0,33	3,3
BPS 17 - 12	17	0,47	4,7
BPS 18 - 12	18	0,50	5,0
BPS 20 - 12	20	0,56	5,6
BPS 26 - 12	26	0,72	7,2
BPS 28 - 12	28	0,78	7,8
BPS 28 - 12D	28	0,78	7,8
BPS 33 - 12F	33	0,92	9,2
BPS 33 - 12H	33	0,92	9,2
BPS 33 - 12S	33	0,92	9,2
BPS 35 - 12F	35	0,97	9,7
BPS 35 - 12H	35	0,97	9,7
BPS 35 - 12S	35	0,97	9,7
BPS 40 - 12	40	1,10	11,0
BPS 65 - 12	65	1,81	18,1
BPS 90 - 12	90	2,50	25,0
BPS 100 - 12	100	2,78	27,8
BPS 120 - 12	120	3,33	33,3
BPS 200 - 12	200	5,56	55,6
BPS 230 - 12	230	6,39	63,9
<b>Серия UPS</b>			
UPS 12220W	53	1,47	14,7
UPS 12320W	78	2,17	21,7
UPS 12360W	88	2,44	24,4
UPS 12360XW	88	2,44	24,4
UPS 12400XW	98	2,72	27,2
UPS 12440W	108	3,0	30,0
UPS 12480XW	119	3,31	33,1
UPS 12540W	130	3,61	36,1
UPS 12620W	150	4,17	41,7
<b>Серия HRC</b>			
HRC 5.5 - 12	5	0,14	1,4
HRC 1234W	7	0,19	1,9
<b>Серия HR/HRL</b>			
HR 9 - 6	8,0	0,22	2,2
HR 4 - 12	3,5	0,09	0,9
HR/HRL 5,5 - 12	5	0,14	1,4
HR 5,8 - 12	5,3	0,15	1,5
HR 6-12	5,5	0,15	1,5

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Скорость выделения водорода на аккумулятор, см <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
HR 8-12	7	0,19	1,9
HR/HRL 1234W	7	0,19	1,9
HR/HRL 9-12	8	0,22	2,2
HR/HRL 15-12	13,0	0,36	3,6
HR/HRL 22-12	20,0	0,56	5,6
HR/HRL 33-12	31	0,86	8,6
HR/HRL 40-12H	38	1,06	10,6
HR/HRL 40 - 12S	38	1,06	10,6
HR/HRL 40-12F	38	1,06	10,6
HR/HRL 50-12	48	1,33	13,3
HR/HRL 75-12	73	2,03	20,3
<b>Серия FTB</b>			
FTB 50 - 12	51	1,42	14,4
FTB 100 - 12	101,5	2,82	28,2
FTB 110 - 12	112,2	3,12	31,2
FTB 125 - 12	127,5	3,54	35,4
FTB 155 - 12	159	4,42	44,2
FTB 180 - 12	184,6	5,13	51,3
<b>Аккумуляторы Ventura</b>			
<b>Серия GP</b>			
GP 6-1,2-S	1,2	0,033	0,33
GP 6-3,2-S	3,2	0,09	0,9
GP 6-4,5-S	4,5	0,13	1,3
GP 6-7-S	7	0,19	1,9
GP 6-12-S	12	0,33	3,3
GP 12-1,2-S	1,2	0,033	0,33
GP 12-2,2-S	2,2	0,06	0,6
GP 12-3,3-S	3,3	0,09	0,9
GP 12-4,5-S	4,5	0,13	1,3
GP 12-5	5	0,14	1,4
GP 12-7	7	0,19	1,9
GP 12-7-S	7	0,19	1,9
GP 12-7,2	7,2	0,2	2,0
GP 12-9	9	0,25	2,5
GP 12-12	12	0,33	3,3
GP 12-12-S	12	0,33	3,3
GP 12-17-S	17	0,47	4,7
GP 12-18	18	0,50	5,0
GP 12-26	26	0,72	7,2
GP 12-28A	28	0,78	7,8

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Скорость выделения водорода на аккумулятор, см <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
<b>Серия GPL</b>			
GPL 12-33	33	0,92	9,2
GPL 12-40	40	1,10	11,0
GPL 12-55	55	1,53	15,3
GPL 12-65	65	1,81	18,1
GPL 12-75	75	2,08	20,8
GPL 12-80	80	2,22	22,2
GPL 12-90	90	2,50	25,0
GPL 12-100	100	2,78	27,8
GPL 12-120	120	3,33	33,3
GPL 12-134	134	3,72	37,2
GPL 12-150	150	4,17	41,7
GPL 12-200	200	5,56	55,6
GPL 12-250	250	6,94	69,4
<b>Серия HRL</b>			
HRL 1221W	5,2	0,14	1,4
HRL 1234W	8,5	0,24	2,4
HRL 1251W	12,8	0,36	3,6
HRL 12170W	42	1,17	11,7
HRL 12270W	67,5	1,88	18,8
HRL 12310W	77	2,14	21,4
HRL 12380W	95	2,64	26,4
HRL 12400W	100	2,78	27,8
HRL 12430W	107	2,97	29,7
HRL 12520W	129	3,58	35,8
<b>Серия FT</b>			
FT12-50	50	1,39	13,9
FT12-80	80	2,22	22,2
FT12-100	100	2,78	27,8
FT12-105	105	2,92	29,2
FT12-125	125	3,47	34,7
FT12-150	150	4,17	41,7
FT12-155	155	4,31	43,1
FT12-180	180	5,0	50,0

Примечание. \* - при нормальных условиях заряда ( $U_{зар} \leq 2,3$  В/эл, температура окружающей среды  $T_{окр} = 20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ); \*\* - при аварийных условиях заряда ( $U_{зар} > 2,4$  В/эл, температура окружающей среды  $T_{окр} = 20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

### 3. Оценка требуемой производительности вентиляции для помещений, в которых применяются рассматриваемые аккумуляторы

Исходя из специфики пожаровзрывоопасности свинцово-кислотных аккумуляторов, основным способом обеспечения пожарной безопасности помещений с применением указанных аккумуляторов является удаление водорода из объема помещения с помощью вентиляции. Оценим требуемую производительность вентиляции для представленных в табл. 1 типов аккумуляторов.

Требуемую производительность вентиляции для обеспечения не превышения концентрацией водорода предельно допустимой концентрации, равной 10% от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), определяем в соответствии с СП 60.13330.2012 (приложение И) [2], 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, м<sup>3</sup>/ч;

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

$q_{w,z}, q_l$  - концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемом соответственно из обслуживаемой или рабочей зоны помещения и за их пределами, мг/м<sup>3</sup> (в рассматриваемом случае  $q_l = 0,1 \cdot C_{НКПР}$  - 10% от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) водородовоздушной смеси, мг/м<sup>3</sup>. Величина  $q_l$  составляет  $q_l = 3,3 \cdot 10^2$  мг/м<sup>3</sup>. Плотность водорода при расчетной температуре  $t_p = 20$  °С составляет  $\rho_{H_2} = 0,083$  кг/м<sup>3</sup>);

$q_{in}$  - концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемом в помещение, мг/м<sup>3</sup>.

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:

$$L = \frac{W}{q_i} \quad (2)$$

Для пользователей рассматриваемых аккумуляторов представляет интерес величина требуемой производительности воздухообмена в помещении в расчете на один заряжаемый аккумулятор  $Q_{уд}$ , м<sup>3</sup>/час. Требуемые величины  $Q_{уд}$  для герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura приведены в табл. 2.

**Таблица 2**

**Требуемая производительность воздухообмена в помещении в расчете на один заряжаемый аккумулятор для герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura**

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Требуемая производительность вентиляции на аккумулятор, м <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
<b>Аккумуляторы В.В. BATTERY</b>			
<b>Серия ВС</b>			
BC 7 - 12	7	$0,048 \cdot 10^{-3}$	$0,48 \cdot 10^{-3}$
BC 12 - 12	12	$0,083 \cdot 10^{-3}$	$0,83 \cdot 10^{-3}$
BC 17 - 12	17	$0,12 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
BC 28 - 12	28	$0,20 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$
BC 42 - 12	42	$0,29 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$
BC 65 - 12	65	$0,45 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
BC 100 - 12	100	$0,70 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$
BC 120 - 12	120	$0,84 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$
BC 160 - 12	160	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$11 \cdot 10^{-3}$
BC 200 - 12	200	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
BC 230 - 12	230	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-3}$
<b>Серия BPS</b>			
BPS 10 - 4	10	$0,071 \cdot 10^{-3}$	$0,71 \cdot 10^{-3}$
BPS 1,0 - 6	1	$0,0076 \cdot 10^{-3}$	$0,076 \cdot 10^{-3}$
BPS 1,2 - 6	1,2	$0,0083 \cdot 10^{-3}$	$0,083 \cdot 10^{-3}$
BPS 3 - 6	3	$0,020 \cdot 10^{-3}$	$0,20 \cdot 10^{-3}$
BPS 4 - 6	4	$0,028 \cdot 10^{-3}$	$0,28 \cdot 10^{-3}$
BPS 4,5 - 6	4,5	$0,033 \cdot 10^{-3}$	$0,33 \cdot 10^{-3}$
BPS 5 - 6	5	$0,035 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$
BPS 7 - 6	7	$0,048 \cdot 10^{-3}$	$0,48 \cdot 10^{-3}$
BPS 8 - 6	8	$0,055 \cdot 10^{-3}$	$0,55 \cdot 10^{-3}$
BPS 10 - 6	10	$0,070 \cdot 10^{-3}$	$0,70 \cdot 10^{-3}$

*Вудиф*

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Требуемая производительность вентиляции на аккумулятор, м <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
BPS 12 - 6	12	0,083·10 <sup>-3</sup>	0,83·10 <sup>-3</sup>
BPS 33 - 6	33	0,23·10 <sup>-3</sup>	2,3·10 <sup>-3</sup>
BPS 180 - 6	180	1,26·10 <sup>-3</sup>	12,6·10 <sup>-3</sup>
BPS 1,2 - 12	1,2	0,0083·10 <sup>-3</sup>	0,083·10 <sup>-3</sup>
BPS 2,3 - 12	2,3	0,015·10 <sup>-3</sup>	0,15·10 <sup>-3</sup>
BPS 3 - 12	3	0,020·10 <sup>-3</sup>	0,20·10 <sup>-3</sup>
BPS 3,6 - 12	3,6	0,025·10 <sup>-3</sup>	0,25·10 <sup>-3</sup>
BPS 4 - 12	4	0,028·10 <sup>-3</sup>	0,28·10 <sup>-3</sup>
BPS 4,5 - 12	4,5	0,033·10 <sup>-3</sup>	0,33·10 <sup>-3</sup>
BPS 5 - 12	5	0,035·10 <sup>-3</sup>	0,35·10 <sup>-3</sup>
BPS 7 - 12	7	0,048·10 <sup>-3</sup>	0,48·10 <sup>-3</sup>
BPS 7,5 - 12	7,5	0,053·10 <sup>-3</sup>	0,53·10 <sup>-3</sup>
BPS 10 - 12	10	0,070·10 <sup>-3</sup>	0,70·10 <sup>-3</sup>
BPS 12 - 12	12	0,083·10 <sup>-3</sup>	0,83·10 <sup>-3</sup>
BPS 17 - 12	17	0,12·10 <sup>-3</sup>	1,2·10 <sup>-3</sup>
BPS 18 - 12	18	0,13·10 <sup>-3</sup>	1,3·10 <sup>-3</sup>
BPS 20 - 12	20	0,14·10 <sup>-3</sup>	1,4·10 <sup>-3</sup>
BPS 26 - 12	26	0,18·10 <sup>-3</sup>	1,8·10 <sup>-3</sup>
BPS 28 - 12	28	0,20·10 <sup>-3</sup>	2,0·10 <sup>-3</sup>
BPS 28 - 12D	28	0,20·10 <sup>-3</sup>	2,0·10 <sup>-3</sup>
BPS 33 - 12F	33	0,23·10 <sup>-3</sup>	2,3·10 <sup>-3</sup>
BPS 33 - 12H	33	0,23·10 <sup>-3</sup>	2,3·10 <sup>-3</sup>
BPS 33 - 12S	33	0,23·10 <sup>-3</sup>	2,3·10 <sup>-3</sup>
BPS 35 - 12F	35	0,24·10 <sup>-3</sup>	2,4·10 <sup>-3</sup>
BPS 35 - 12H	35	0,24·10 <sup>-3</sup>	2,4·10 <sup>-3</sup>
BPS 35 - 12S	35	0,24·10 <sup>-3</sup>	2,4·10 <sup>-3</sup>
BPS 40 - 12	40	0,28·10 <sup>-3</sup>	2,8·10 <sup>-3</sup>
BPS 65 - 12	65	0,46·10 <sup>-3</sup>	4,6·10 <sup>-3</sup>
BPS 90 - 12	90	0,63·10 <sup>-3</sup>	6,3·10 <sup>-3</sup>
BPS 100 - 12	100	0,70·10 <sup>-3</sup>	7,0·10 <sup>-3</sup>
BPS 120 - 12	120	0,84·10 <sup>-3</sup>	8,4·10 <sup>-3</sup>
BPS 200 - 12	200	1,4·10 <sup>-3</sup>	14·10 <sup>-3</sup>
BPS 230 - 12	230	1,6·10 <sup>-3</sup>	16·10 <sup>-3</sup>
<b>Серия UPS</b>			
UPS 12220W	53	0,37·10 <sup>-3</sup>	3,7·10 <sup>-3</sup>
UPS 12320W	78	0,55·10 <sup>-3</sup>	5,5·10 <sup>-3</sup>
UPS 12360W	88	0,62·10 <sup>-3</sup>	6,2·10 <sup>-3</sup>
UPS 12360XW	88	0,62·10 <sup>-3</sup>	6,2·10 <sup>-3</sup>
UPS 12400XW	98	0,69·10 <sup>-3</sup>	6,9·10 <sup>-3</sup>
UPS 12440W	108	0,76·10 <sup>-3</sup>	7,6·10 <sup>-3</sup>

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Требуемая производительность вентиляции на аккумулятор, м <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
UPS 12480XW	119	$0,83 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$
UPS 12540W	130	$0,91 \cdot 10^{-3}$	$9,1 \cdot 10^{-3}$
UPS 12620W	150	$1,05 \cdot 10^{-3}$	$10,5 \cdot 10^{-3}$
<b>Серия HRC</b>			
HRC 5.5 - 12	5	$0,035 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$
HRC 1234W	7	$0,048 \cdot 10^{-3}$	$0,48 \cdot 10^{-3}$
<b>Серия HR/HRL</b>			
HR 9 - 6	8,0	$0,055 \cdot 10^{-3}$	$0,55 \cdot 10^{-3}$
HR 4 - 12	3,5	$0,023 \cdot 10^{-3}$	$0,23 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 5,5 - 12	5	$0,035 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$
HR 5,8 - 12	5,3	$0,038 \cdot 10^{-3}$	$0,38 \cdot 10^{-3}$
HR 6-12	5,5	$0,038 \cdot 10^{-3}$	$0,38 \cdot 10^{-3}$
HR 8-12	7	$0,048 \cdot 10^{-3}$	$0,48 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 1234W	7	$0,048 \cdot 10^{-3}$	$0,48 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 9-12	8	$0,055 \cdot 10^{-3}$	$0,55 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 15-12	13	$0,091 \cdot 10^{-3}$	$0,91 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 22-12	20	$0,14 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 33-12	31	$0,22 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 40-12H	38	$0,27 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 40 - 12S	38	$0,27 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 40-12F	38	$0,27 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 50-12	48	$0,34 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$
HR/HRL 75-12	73	$0,51 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
<b>Серия FTB</b>			
FTB 50 - 12	51	$0,36 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$
FTB 100 - 12	101,5	$0,71 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
FTB 110 - 12	112,2	$0,79 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-3}$
FTB 125 - 12	127,5	$0,89 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$
FTB 155 - 12	159	$1,11 \cdot 10^{-3}$	$11,1 \cdot 10^{-3}$
FTB 180 - 12	184,6	$1,30 \cdot 10^{-3}$	$13,0 \cdot 10^{-3}$
<b>Аккумуляторы Ventura</b>			
<b>Серия GP</b>			
GP 6-1,2-S	1,2	$0,0083 \cdot 10^{-3}$	$0,083 \cdot 10^{-3}$
GP 6-3,2-S	3,2	$0,023 \cdot 10^{-3}$	$0,23 \cdot 10^{-3}$
GP 6-4,5-S	4,5	$0,033 \cdot 10^{-3}$	$0,33 \cdot 10^{-3}$
GP 6-7-S	7	$0,048 \cdot 10^{-3}$	$0,48 \cdot 10^{-3}$
GP 6-12-S	12	$0,083 \cdot 10^{-3}$	$0,83 \cdot 10^{-3}$
GP 12-1,2-S	1,2	$0,0083 \cdot 10^{-3}$	$0,083 \cdot 10^{-3}$
GP 12-2,2-S	2,2	$0,015 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$
GP 12-3,3-S	3,3	$0,023 \cdot 10^{-3}$	$0,23 \cdot 10^{-3}$

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Требуемая производительность вентиляции на аккумулятор, м <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
GP 12-4,5-S	4,5	0,033·10 <sup>-3</sup>	0,33·10 <sup>-3</sup>
GP 12-5	5	0,035·10 <sup>-3</sup>	0,35·10 <sup>-3</sup>
GP 12-7	7	0,048·10 <sup>-3</sup>	0,48·10 <sup>-3</sup>
GP 12-7-S	7	0,048·10 <sup>-3</sup>	0,48·10 <sup>-3</sup>
GP 12-7,2	7,2	0,05·10 <sup>-3</sup>	0,5·10 <sup>-3</sup>
GP 12-9	9	0,063·10 <sup>-3</sup>	0,63·10 <sup>-3</sup>
GP 12-12	12	0,083·10 <sup>-3</sup>	0,83·10 <sup>-3</sup>
GP 12-12-S	12	0,083·10 <sup>-3</sup>	0,83·10 <sup>-3</sup>
GP 12-17-S	17	0,12·10 <sup>-3</sup>	1,2·10 <sup>-3</sup>
GP 12-18	18	0,13·10 <sup>-3</sup>	1,3·10 <sup>-3</sup>
GP 12-26	26	0,18·10 <sup>-3</sup>	1,8·10 <sup>-3</sup>
GP 12-28A	28	0,20·10 <sup>-3</sup>	2,0·10 <sup>-3</sup>
<b>Серия GPL</b>			
GPL 12-33	33	0,23·10 <sup>-3</sup>	2,3·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-40	40	0,28·10 <sup>-3</sup>	2,8·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-55	55	0,39·10 <sup>-3</sup>	3,9·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-65	65	0,46·10 <sup>-3</sup>	4,6·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-75	75	0,52·10 <sup>-3</sup>	5,2·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-80	80	0,56·10 <sup>-3</sup>	5,6·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-90	90	0,63·10 <sup>-3</sup>	6,3·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-100	100	0,70·10 <sup>-3</sup>	7,0·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-120	120	0,84·10 <sup>-3</sup>	8,4·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-134	134	0,94·10 <sup>-3</sup>	9,4·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-150	150	1,05·10 <sup>-3</sup>	10,5·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-200	200	1,4·10 <sup>-3</sup>	14·10 <sup>-3</sup>
GPL 12-250	250	1,75·10 <sup>-3</sup>	17,5·10 <sup>-3</sup>
<b>Серия HRL</b>			
HRL 1221W	5,2	0,035·10 <sup>-3</sup>	0,35·10 <sup>-3</sup>
HRL 1234W	8,5	0,060·10 <sup>-3</sup>	0,60·10 <sup>-3</sup>
HRL 1251W	12,8	0,091·10 <sup>-3</sup>	0,91·10 <sup>-3</sup>
HRL 12170W	42	0,29·10 <sup>-3</sup>	2,9·10 <sup>-3</sup>
HRL 12270W	67,5	0,47·10 <sup>-3</sup>	4,7·10 <sup>-3</sup>
HRL 12310W	77	0,54·10 <sup>-3</sup>	5,4·10 <sup>-3</sup>
HRL 12380W	95	0,66·10 <sup>-3</sup>	6,6·10 <sup>-3</sup>
HRL 12400W	100	0,70·10 <sup>-3</sup>	7,0·10 <sup>-3</sup>
HRL 12430W	107	0,75·10 <sup>-3</sup>	7,5·10 <sup>-3</sup>
HRL 12520W	129	0,90·10 <sup>-3</sup>	9,0·10 <sup>-3</sup>
<b>Серия FT</b>			
FT12-50	50	0,35·10 <sup>-3</sup>	3,5·10 <sup>-3</sup>
FT12-80	80	0,56·10 <sup>-3</sup>	5,6·10 <sup>-3</sup>

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Требуемая производительность вентиляции на аккумулятор, м <sup>3</sup> /час	
		Режим нормального заряда	Режим максимального (аварийного) заряда
FT12-100	100	$0,70 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$
FT12-105	105	$0,74 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$
FT12-125	125	$0,87 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$
FT12-150	150	$1,05 \cdot 10^{-3}$	$10,5 \cdot 10^{-3}$
FT12-155	155	$1,09 \cdot 10^{-3}$	$10,9 \cdot 10^{-3}$
FT12-180	180	$1,26 \cdot 10^{-3}$	$12,6 \cdot 10^{-3}$

Примечание. \* - при нормальных условиях заряда ( $U_{зар} \leq 2,3$  В/эл, температура окружающей среды  $T_{окр} = 20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ); \*\* - при аварийных условиях заряда ( $U_{зар} > 2,4$  В/эл, температура окружающей среды  $T_{окр} = 20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Как следует из табл. 2, требуемые производительности вентиляции для герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura невелики и не превышают 17,5 л/час ( $17,5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/час) на один заряжаемый в аварийных условиях аккумулятор с емкостью не более 250Ач.

Такие производительности могут быть реализованы практически в любом помещении с использованием естественного воздухообмена. 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, 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. 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 табл. 2.

Если в помещении размещена батарея с большим количеством аккумуляторов или несколько батарей, а вентиляция (принудительная или естественная) отсутствует, то представляется необходимым периодически проветривать помеще-

ние. Периодичность проветривания определяется из условий достижения в объеме помещения средней концентрации водорода, соответствующей 10 % от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР). Величина НКПР для водорода, согласно данным справочника «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения», т. 1, 2, М: Химия, 1990 [3], составляет 4 % (об.). Таким образом, концентрации водорода, соответствующая 10 % от НКПР, составляет 0,4 % (об.). Время  $\tau$  (час), через которое будет достигнута указанная концентрация  $C$  в объеме помещения, % (об.), определяется по формуле:

$$\tau = \frac{C \cdot V_{\text{пом}}}{100 \cdot W_{\text{полн}}} \quad (3)$$

где  $V_{\text{пом}}$  - объем помещения,  $\text{м}^3$ ;  $W_{\text{полн}}$  - суммарная скорость выделения водорода всеми аккумуляторами,  $\text{м}^3/\text{час}$ ;  $C^*$  - концентрация водорода в объеме помещения, соответствующая 10 % от НКПР.

При этом для обычных помещений объемом не менее  $25 \text{ м}^3$  при суммарной скорости выделения водорода  $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{час}$  ( $10000 \text{ см}^3/\text{час}$ ) специальное проветривание можно не делать. Максимально возможное количество аккумуляторов, при котором выделение водорода не будет превышать  $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{час}$  ( $10000 \text{ см}^3/\text{час}$ ), приведено в табл.3 (данные приведены для случая максимального (аварийного) режима заряда).

Действительно, в этом случае  $\tau = 10$  часов, и необходимое проветривание будет осуществляться при открывании и закрывании дверей в течение рабочего дня. Однако, всегда более предпочтительным является устройство естественной вентиляции из верхней части помещения.

Таблица 3.

Максимально возможное количество герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura, которое может заряжаться в помещении объемом не менее 25 м<sup>3</sup>

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Количество аккумуляторов, суммарное выделение водорода которых при заряде не превышает $10 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /час (10000 см <sup>3</sup> /час)
<b>Аккумуляторы В.В. BATTERY</b>		
<b>Серия BC</b>		
BC 7 - 12	7	5263
BC 12 - 12	12	3030
BC 17 - 12	17	2128
BC 28 - 12	28	1282
BC 42 - 12	42	854
BC 65 - 12	65	555
BC 100 - 12	100	359
BC 120 - 12	120	300
BC 160 - 12	160	225
BC 200 - 12	200	179
BC 230 - 12	230	156
<b>Серия BPS</b>		
BPS 10 - 4	10	3571
BPS 1,0 - 6	1	33330
BPS 1,2 - 6	1,2	30300
BPS 3 - 6	3	12500
BPS 4 - 6	4	9091
BPS 4,5 - 6	4,5	7692
BPS 5 - 6	5	7143
BPS 7 - 6	7	5263
BPS 8 - 6	8	4545
BPS 10 - 6	10	3571
BPS 12 - 6	12	3030
BPS 33 - 6	33	1087
BPS 180 - 6	180	200
BPS 1,2 - 12	1,2	30300
BPS 2,3 - 12	2,3	16670
BPS 3 - 12	3	12500
BPS 3,6 - 12	3,6	10000
BPS 4 - 12	4	9091
BPS 4,5 - 12	4,5	7692

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Количество аккумуляторов, суммарное выделение водорода которых при заряде не превышает $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{час}$ ( $10000 \text{ см}^3/\text{час}$ )
BPS 5 - 12	5	7143
BPS 7 - 12	7	5263
BPS 7,5 - 12	7,5	4762
BPS 10 - 12	10	3571
BPS 12 - 12	12	3030
BPS 17 - 12	17	2128
BPS 18 - 12	18	2000
BPS 20 - 12	20	1786
BPS 26 - 12	26	1389
BPS 28 - 12	28	1282
BPS 28 - 12D	28	1282
BPS 33 - 12F	33	1087
BPS 33 - 12H	33	1087
BPS 33 - 12S	33	1087
BPS 35 - 12F	35	1031
BPS 35 - 12H	35	1031
BPS 35 - 12S	35	1031
BPS 40 - 12	40	909
BPS 65 - 12	65	552
BPS 90 - 12	90	400
BPS 100 - 12	100	359
BPS 120 - 12	120	300
BPS 200 - 12	200	179
BPS 230 - 12	230	156
<b>Серия UPS</b>		
UPS 12220W	53	680
UPS 12320W	78	460
UPS 12360W	88	409
UPS 12360XW	88	409
UPS 12400XW	98	367
UPS 12440W	108	333
UPS 12480XW	119	302
UPS 12540W	130	277
UPS 12620W	150	239
<b>Серия HRC</b>		
HRC 5.5 - 12	5	7143
HRC 1234W	7	5263
<b>Серия HR/HRL</b>		
HR 9 - 6	8,0	4545

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Количество аккумуляторов, суммарное выделение водорода которых при заряде не превышает $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{час}$ ( $10000 \text{ см}^3/\text{час}$ )
HR 4 - 12	3,5	11110
HR/HRL 5,5 - 12	5,0	7143
HR 5,8 - 12	5,3	6667
HR 6-12	5,5	6667
HR 8-12	7,0	5263
HR/HRL 1234W	7,0	5263
HR/HRL 9-12	8,0	4545
HR/HRL 15-12	13,0	2778
HR/HRL 22-12	20,0	1786
HR/HRL 33-12	31,0	1163
HR/HRL 40-12H	38,0	943
HR/HRL 40 - 12S	38,0	943
HR/HRL 40-12F	38,0	943
HR/HRL 50-12	48,0	751
HR/HRL 75-12	73,0	492
<b>Серия FTB</b>		
FTB 50 - 12	51	694
FTB 100 - 12	101,5	354
FTB 110 - 12	112,2	320
FTB 125 - 12	127,5	282
FTB 155 - 12	159	226
FTB 180 - 12	184,6	194
<b>Аккумуляторы Ventura</b>		
<b>Серия GP</b>		
GP 6-1,2-S	1,2	30300
GP 6-3,2-S	3,2	11110
GP 6-4,5-S	4,5	7692
GP 6-7-S	7	5263
GP 6-12-S	12	3030
GP 12-1,2-S	1,2	30300
GP 12-2,2-S	2,2	16670
GP 12-3,3-S	3,3	11110
GP 12-4,5-S	4,5	7692
GP 12-5	5	7143
GP 12-7	7	5263
GP 12-7-S	7	5263
GP 12-7,2	7,2	5000
GP 12-9	9	4000
GP 12-12	12	3030

Тип аккумулятора	Емкость аккумулятора, Ач	Количество аккумуляторов, суммарное выделение водорода которых при заряде не превышает $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{час}$ ( $10000 \text{ см}^3/\text{час}$ )
GP 12-12-S	12	3030
GP 12-17-S	17	2128
GP 12-18	18	2000
GP 12-26	26	1389
GP 12-28A	28	1282
<b>Серия GPL</b>		
GPL 12-33	33	1087
GPL 12-40	40	909
GPL 12-55	55	653
GPL 12-65	65	552
GPL 12-75	75	480
GPL 12-80	80	450
GPL 12-90	90	400
GPL 12-100	100	359
GPL 12-120	120	300
GPL 12-134	134	268
GPL 12-150	150	239
GPL 12-200	200	179
GPL 12-250	250	144
<b>Серия HRL</b>		
HRL 1221W	5,2	7143
HRL 1234W	8,5	4167
HRL 1251W	12,8	2778
HRL 12170W	42	854
HRL 12270W	67,5	531
HRL 12310W	77	467
HRL 12380W	95	378
HRL 12400W	100	359
HRL 12430W	107	336
HRL 12520W	129	279
<b>Серия FT</b>		
FT12-50	50	719
FT12-80	80	450
FT12-100	100	359
FT12-105	105	342
FT12-125	125	288
FT12-150	150	239
FT12-155	155	232
FT12-180	180	200

Герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы В.В. BATTERY и Ventura, заряд которых производится при напряжении не выше 2,3 В на аккумулятор, могут устанавливаться в производственном помещении без установки над ними вентиляционного зонта.

Герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы В.В. BATTERY и Ventura, заряд которых может производиться при напряжении выше 2,4 В на аккумулятор, могут устанавливаться в производственном помещении при условии обеспечения необходимой расчетной вентиляции верхней части производственного помещения.

Необходимо осуществлять ограничение напряжения заряда и его корректировку с учетом температуры окружающей среды согласно техническим условиям и инструкции по эксплуатации.

Локальные взрывоопасные объемы в помещении образовываться не будут при наличии воздухообмена с производительностью, не ниже указанной в табл. 2.

#### **4. Рекомендации по обеспечению пожаровзрывобезопасности**

Для обеспечения пожаровзрывобезопасности помещений при использовании герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов В.В. BATTERY и Ventura, при наличии в помещении вентиляции (естественной или принудительной) достаточная ее производительность приведена в табл. 2.

Исходя из условия относительно малой скорости выделения водорода в процессе заряда рассматриваемых аккумуляторов при отсутствии естественной или принудительной вентиляции в помещении, его удаление можно производить путем периодического проветривания помещения. Периодичность проветривания определяется по формуле (3).

Герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы В.В. BATTERY и Ventura, могут устанавливаться в производственном помещении без установки дополнительной принудительной вентиляции при условии, что зарядное оборудование обеспечивает напряжение заряда, не превышающее 2,3 В на аккумулятор (температура окружающей среды  $T_{окр} = 20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

При напряжении заряда выше 2,4 В на аккумулятор (температура окружающей среды  $T_{окр} = 20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) герметизированные необслуживаемые свинцово-

кислотные аккумуляторы V.V. BATTERY и Ventura могут устанавливаться в производственном помещении при условии обеспечения естественной или принудительной вентиляции верхней части производственного помещения с требуемой производительностью воздухообмена (данные, представленные в табл. 2), определяемой расчетным путем с учетом суммарного количества заряжаемых аккумуляторов.

Минимальная производительность естественной или принудительной вентиляции на каждый аккумулятор определяется по табл. 2, исходя из емкости аккумулятора.

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 техническими условиями.

При эксплуатации рассматриваемых аккумуляторов следует руководствоваться нормативным правовым актом «Правила противопожарного режима в Российской Федерации» [4].

## **5. Заключение**

Герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы V.V. BATTERY и Ventura при правильной установке и эксплуатации с учетом рекомендаций настоящей работы не приводят к достижению неприемлимого уровня пожарной опасности для присутствующего в производственном помещении персонала с точки зрения выделения водорода и его сгорания.

Размещение герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов V.V. BATTERY и Ventura в производственных помещениях и офисах при соблюдении инструкции по эксплуатации и разработанных рекомендаций по обеспечению пожаровзрывобезопасности (Раздел 4 настоящего документа) не из-

меняют их категории по СП 12.13130.2009\* [5] и классификацию взрывоопасных зон этих помещений.

Исходя из полученных результатов исследования и с учетом выполнения разработанных рекомендаций по обеспечению пожаровзрывобезопасности (Раздел 4 настоящего документа), допускается заряд рассматриваемых аккумуляторов в производственном помещении без дополнительной принудительной вентиляции при условии, что зарядное оборудование обеспечивает напряжение заряда, не превышающее 2,3 В на аккумулятор (температура окружающей среды  $T_{\text{окр}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

При напряжении заряда выше 2,4 В на аккумулятор (температура окружающей среды  $T_{\text{окр}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) необходимо обеспечивать естественную или принудительную вентиляцию верхней части производственного помещения с требуемой производительностью воздухообмена (табл. 2), определяемой расчетным путем с учетом суммарного количества заряжаемых аккумуляторов.

#### Литература

1. Данные производителя (Письмо ООО «АККУ ФЕРТРИБ» № 22/16 от 18.01.2016 г).
2. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».
3. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. В 2 книгах / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко и др.-М.: Химия, 1990.
4. Правила противопожарного режима в Российской Федерации.
5. СП 12.13130.2009\* «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
6. Правила устройства электроустановок. Издание 7 / Сибирское университетское издательство ISBN 978-5-379-00101-8, 5-379-00101-7; 2007 г., 512 с.

Начальник центра,  
кандидат технических наук



Д.М. Гордиенко

Начальника отдела,  
кандидат технических наук



А.Ю. Шебеко

Ведущий научный сотрудник,  
кандидат технических наук



А.В. Зубань