

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Московский государственный строительный университет

Кафедра пожарной безопасности

Методические указания по курсовому проектированию

« ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАРЯДНОЙ
СТАНЦИИ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ТРАНСПОРТА»

-2011г.-

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Введение
2. Требования нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности зарядных станций.
3. Расчет категории помещения зарядной станции по взрывопожарной опасности
4. Расчет избыточного давления взрыва водорода в зарядной станции с учетом работы аварийной вентиляции. Определение кратности воздухообмена аварийной вентиляции.
5. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности зарядной станции

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект выполняется в соответствии с заданием преподавателя на проектирование.

Целью работы является расчет избыточного давления взрыва водорода в зарядной станции и разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности зарядной станции внутризаводского транспорта. Для обеспечения пожарной безопасности зарядной станции и оптимизации противопожарной защиты в ходе выполнения работы следует рассмотреть следующие вопросы:

- обоснование категории помещения по взрывопожарной опасности;
- анализ основных требований нормативных документов;
- расчет категории помещения зарядной станции по взрывопожарной опасности
- расчет избыточного давления взрыва водорода в зарядной станции с учетом работы аварийной вентиляции
- рекомендации по размещению и обеспечению пожарной безопасности зарядной станции.

Помещение зарядной станции является взрывопожароопасным в связи с возможностью поступления в нее водорода и не только в аварийной ситуации, но и при зарядке аккумуляторных батарей.

Взрывоопасные свойства водородной смеси с воздухом характеризуются следующими данными:

- область воспламенения – $4,12 \div 75\%$ объема
- минимальная энергия зажигания – 0,02 мДж.
- нормальная скорость распространения пламени – 2,7 м/с
- теплота сгорания – 241,6 к Дж/моль
- температура самовоспламенения 510°C

Характер горения водорода будет зависеть от концентрации его в помещении зарядной станции и от наличия возможных источников зажигания.

Источники зажигания водородной смеси с воздухом могут создаваться например путем:

- увеличения силы тока, протекающего через аккумуляторные батареи в результате короткого замыкания, повышения напряжения и т.п.
- увеличения переходного сопротивления в контактных соединениях или коммутационных элементах
- сбрасывания раскаленных частиц, образующихся при аварийных режимах в электроустановке
- пропускания тока по конструкциям и элементам, которые нормально не обтекаются током, но могут им обтекаться в аварийных условиях.

В зарядной станции возможны следующие варианты горения водорода:

- водород воспламеняется до его перемешивания со средой, т.е. непосредственно при выходе из аккумулятора. В этом случае в зоне горения окислитель быстро расходуется и реакция становится зависимой от скорости диффузии, т.е. от поступления кислорода в зону реакции горения.

- горение происходит после полного перемешивания водорода с атмосферой и его концентрация будет выше нижнего предела распространения пламени водорода. В этом случае будет горение без взрыва.

- водород накопится в таких количествах, что его концентрация превысит нижний детонационный предел (18,2%). Только в этом случае его горение завершится детонацией.

Основными профилактическими мероприятиями по предотвращению пожара и взрыва являются:

- снижение количества источников зажигания;
- флегматизация пространства зарядной станции инертными газами;
- контроль концентрации водорода;
- устройство аварийной вентиляции;
- предотвращение образования водорода.

Разработку мероприятий следует проводить с учетом анализа действующих нормативных документов, особенностей процесса зарядки и возможных вариантов развития аварийной ситуации.

1. ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ по обеспечению пожарной безопасности зарядных станций.

СНиП 21-01-97

- Не допускается размещать помещение класса Ф 5 категории А под помещениями, предназначенными для одновременного пребывания более 50 чел, а также в подвальных и цокольных этажах (п.6.6)
- Выходы из подвальных и цокольных этажей, являются эвакуационными, как правило, следует предусматривать непосредственно наружу обособленными от общих лестничных клеток здания (п.6.9)

- Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь помещения подвальных и цокольных этажей, предназначенных для одновременного пребывания более 15 чел (п.6.12)
- Двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания (6.17)
- Двери лестничных клеток, ведущие в общие коридоры, двери тамбур-шлюзов с постоянным подпором воздуха должны иметь приспособлены для самозакрывания и уплотнения в притворах (6.18)
- Узлы пересечения кабелями и трубопроводами ограждающих конструкций с нормируемой огнестойкостью и пожарной опасностью не должны снижать требуемых пожарно-технических показателей конструкций (п.7.11)
- На путях эвакуации не должно быть горючих материалов (п.6.24)

ПОТ РМ 008-99

- Зарядные помещения должны иметь отделения – зарядное, ремонтное, агрегатное (п.6.4.2)
- Запрещается в одном помещении производить зарядку аккумуляторных батарей и приготовление электролита (п.6.4.5)
- Все зарядные устройства, зарядные щиты и др. аппаратура должны устанавливаться в отдельном помещении, отделенном несгораемой стеной от помещения, в котором проводится зарядка аккумуляторных батарей. Стена должна обеспечивать также непроницаемость для газов, выделяющихся в процессе зарядки аккумуляторов (п.6.4.7).
- Клеммные соединения в открытом исполнении, а также штепсельные соединения разрешается применять только в зоне помещения, в которой производится зарядка аккумуляторов (п.6.4.8)
- Вытяжные вентиляционные устройства в помещениях для зарядки аккумуляторных батарей должны иметь блокировку, обеспечивающую

отключение тока зарядки батарей при прекращенной работы вентиляции. Вентиляторы должны иметь взрывозащитное исполнение (п.6.4.10)

- В зарядном и щелочных отделениях для освещения должны применяться арматура повышенной надежности против взрыва, в ремонтных отделениях должно предусматриваться местное освещение с напряжением в сети не выше 42 В с соответствующей арматурой (п.6.4.11).

- Зарядное помещение должно оборудоваться средствами пожаротушения в соответствии с требованиями ППБ-01-03.

ПУЭ

- Для аккумуляторной батареи следует предусматривать блокировку, не допускающую проведения заряда батареи с напряжением более 2,3 В на элемент при отключенной вентиляции (4.4.12)

- Аккумуляторные установки, в которых применяется режим заряда батарей с напряжением не более 2,3 А на элемент, должна иметь устройство, не допускающее самопроизвольного повышения напряжения до уровня выше 2,3 В на элемент (п.4.4.9)

- В помещении аккумуляторной один светильник должен быть присоединен к сети аварийного освещения (п.4.4.13)

- Стеллажи для установки аккумуляторов должны быть защищены от воздействия электролита стойким покрытием (п.4.4.15)

- Аккумуляторы должны быть изолированы от стеллажей, а стеллажи от земли посредством изолированных подкладок, стойких против воздействия электролита и его паров (п.4.4.16)

- Расстояние от аккумуляторов до отопительных приборов должно быть не менее 750 мм (п.4.4.18)

- Ошинковка аккумуляторных батарей должна выполняться медными неизолированными шинами или одножильным кабелем со стойкой изоляцией.

Соединение или ответвление медных шин и кабелей должны выполняться сваркой или пайкой.

Места соединения шин и кабелей к аккумуляторам должны обслуживаться (п.4.4.20)

- Неизолированные проводники должны быть дважды окрашены кислотостойкой, не содержащей спирта краской по всей длине, за исключением мест соединения шин, присоединения к аккумуляторам.

Неокрашенные места должны быть смазаны техническим вазелином (п.4.4.21)

- Помещение, где установлены аккумуляторные батареи должно быть:
 - расположено возможно ближе к зарядным устройствам и распределительному щиту постоянного тока
 - изолировано от попадания в него пыли и т.д.
 - легко доступно для обслуживания.
- Вход в помещение аккумуляторной должен осуществляться через тамбур. Двери тамбура должны открываться наружу и должны быть снабжены самозакрывающимися замками, допускающими открывание их без ключа с внутренней стороны. На дверях должно быть написано «Аккумуляторная» «Огнеопасно» «С огнем не входить» «Курение запрещено» (п.4.4.32).
- Потолки помещений аккумуляторных должны быть горизонтальными и гладкими.

Допускаются потолки с вертикальными выступающими конструкциями или наклоном при выполнении следующих условий:

- должна быть предусмотрена вытяжка воздуха соответственно из каждого отсека или из верхней части пространства над потолком. Расстояния от верхней кромки верхних вентиляционных отверстий до потолка должно быть не более 100 мм, а от нижней кромки нижних вентиляционных отверстий до пола – не более 300 мм (пп.4.4.34, 4.4.43)

- Стены, потолки, двери, и т.п. должны быть окрашены химически стойкой краской (п.4.4.36)

- Помещение аккумуляторной должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию и естественную вентиляцию, обеспечивающую кратность обмена воздуха в соответствии с п.4.440 ПУЭ. Выброс газов – через отдельную шахту.
- Вентилятор системы вентиляции должен иметь взрывобезопасное исполнение (п.4.4.42)

2. РАСЧЕТ КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЯ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Исходные данные

1.1 Объем помещения зарядной станции

1.2 Тип аккумуляторных батареи, устанавливаемых в помещении зарядной станции

1.3 Количество зарядных мест

1.4. Максимальная абсолютная температура воздуха согласно СНиП 2.01.01.-82 – 37⁰С (г. Москва)

1.5. Обоснование расчетного варианта наиболее неблагоприятного в отношении взрыва

1.5.1. При расчете избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта наиболее неблагоприятной в отношении взрыва период, связанный с формовкой и зарядкой полностью разряженных батарей с напряжением более 2,3 В на элемент и наибольшим значением зарядного тока, превышающим в четыре раза максимальный зарядный ток.

1.5.2. Происходит зарядка аккумуляторных батарей с максимальной емкостью. Продолжительность поступления водорода в помещение соответствует конечному периоду зарядки при обильном газовыделении и принимается равным 1 ч ($T=3600$ с).

1.6. Расчет поступающего в помещение водорода при зарядке аккумуляторных батарей

1.6.1. Масса водорода, выделившегося в одном элементе при установившемся динамическом равновесии между силой зарядного тока и количеством выделяемого газа составит:

$$\frac{M}{I \cdot T} = 1/F \cdot \frac{A}{Z}$$

где: F – постоянная Фарадея $F=9,65 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{с} \cdot \text{моль}^{-1}$

A – атомная единица массы водорода, равная 1 а.е.м. $=1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$

Z – валентность водорода, Z = 1

I – сила зарядного тока, А

T – расчетное время зарядки, с

Объем водорода V_{H} поступающего в помещение при зарядке нескольких батарей, м^3 определим по формуле:

$$V_H = \frac{1,036 \cdot 10^{-8}}{\rho_2} \cdot 4 \sum_{i=1}^n I_i n_i \cdot 3600$$

где: ρ_2 – плотность водорода при расчетной температуре воздуха, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$

I_i – максимальный зарядный ток I –й батареи, А

n_i – количество аккумуляторов в I –й батареи

Плотность водорода определяется по формуле:

$$\rho_2 = \frac{M}{V_0(1 + \alpha t_p)}, \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

где: M – масса одного киломоля водорода, равная $2 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$

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

α – коэффициент температурного расширения газа, равный $0,003672 \text{ град}^{-1}$

t_p – расчетная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Стехиометрическая концентрация водорода $C_{ст}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84\beta}$$

где: $\beta = n_c + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_O}{2}$ – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения;

n_c, n_H, n_O, n_x – число атомов C, H, O и галоидов в моменте горения

1.6.2 Свободный объем аккумуляторного помещения составит:

$$V_{св} = 0,8 V_n$$

1.6.3 Избыточное давление взрыва ΔP водорода в помещении зарядной станции составит:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{mZ}{V_{св} \cdot \rho_z} \cdot \frac{100}{K_H} =$$

где: $P_{\max}$ – максимальное давление взрыва стехиометрической газозооушной смеси в замкнутом объеме

$$P_{\max}=900 \text{ кПа}$$

P_0 – начальное давление

$$P_0=101 \text{ кПа}$$

m – масса горючего газа вышедшего в результате расчетной аварии в помещении

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_T$$

Z – коэффициент участия горючего во взрыве $Z=1$

$V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м^3

ρ_T – плотность газа при расчетной температуре, кг м^{-3}

K_n –коэффициент негерметичности, условно принимаем равным 0.9

Если расчетное избыточное давление взрыва более 5 кПа, то аккумуляторное (зарядное) помещение следует отнести к категории А.

3. РАСЧЕТ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА ВОДОРОДА В ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ С УЧЕТОМ РАБОТЫ АВАРИЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В случае обращения в помещении горячих газов при определении значения массы m , допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена:

- резервным вентилятором;
- автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации;
- электроснабжением по первой категории надежности (ПУЭ);
- при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

При этом массу m горючих газов, поступающих в объем помещения, следует разделить на коэффициент K , определяемый по формуле:

$$K = A \cdot T + 1$$

где: A – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, с^{-1} ;

T – продолжительность поступления горючих газов в объем помещения $T=3600\text{с}$.

При кратности воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, равной K , объем водорода, поступающего в помещение, составит:

$$V_H^* = \frac{V_H}{(A/3600) \cdot T + 1}$$

С учетом объема водорода поступающего в помещение при работе аварийной вентиляции определим избыточное давление взрыва ΔP .

Если избыточное давление взрыва меньше 5 кПа, то при оборудовании помещения зарядной станции аварийной вентиляцией с расчетной кратностью воздухообмена отвечающей требованию СНиП 41-01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ПУЭ допускается не относить помещение к категории А.

4.СИГНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ

Сигнализаторы для обеспечения безопасности персонала при увеличении содержания горячих газов, в том числе и водорода, предназначены для непрерывного контроля газовой среды.

Газосигнализаторы обладают встроенной оптической и акустической сигнализацией, а при превышении установленного порога они позволяют с помощью встроенного исполнительного устройства (реле) включать или отключать те или иные внешние устройства – приточно-вытяжная вентиляция и т.п. Газосигнализаторы выдают команду для включения аварийной вентиляции при превышении допустимых норм.

Студент для выполнения курсовой работы предлагает марку газосигнализатора и обосновывает ее применение.

5.Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности зарядной станции.

С учетом анализа нормативных документов, пожарно-технической характеристики объекта и выполненных расчетов студент разрабатывает рекомендации по обеспечению пожарной безопасности зарядной станции.

6.Порядок (или алгоритм) выполнения курсового проекта

Для выполнения курсового проекта студентам выдается задание.(см.таблицу)

Пожарно-техническая характеристика объекта для всех вариантов работ одинакова, только конкретизируются некоторые данные - количество батарей , их

типы и объем помещения для каждого студента(по номеру в зачетной ведомости см. табл.)

№ п/п Вариант задания Номер по ведомости	Тип батареи				Объем помещения,м ³	ПРИМЕЧАНИЕ
	18 НК 125 Ач	22ТНЖ 350Ач	34 ТНЖ 300Ач	40 ТНЖ		
1	18	10	1	1	300	
2	17	10	1	1	500	
3	16	10	1	1	400	
4	15	10	1	1	600	
5	14	10	1	1	250	
6	13	10	1	1	200	
7	12	10	1	1	400	
8	11	10	1	1	200	
9	10	10	-	-	550	
10	19	10	-	-	900	
11	20	10	1	1	400	
12	24	9	1	1	300	
13	24	9	1	1	200	
14	24	9	-	1	500	
15	23	9	-	1	600	
16	22	9	1	1	300	
17	21	8	1	1	400	
18	20	8	1	1	300	
19	19	8	1	1	200	
20	18	8	1	1	500	
21	17	8	1	1	600	
22	16	7	1	1	800	
23	15	7	1	1	900	
24	14	7	1	1	1000	
25	13	7	1	1	1000	
26	18	10	1	1	150	
27	17	10	1	1	250	
28	16	10	1	1	200	
29	15	10	1	1	300	
30	14	10	1	1	125	
31	13	10	1	1	100	
32	12	10	1	1	200	
33	11	10	1	1	100	
34	10	10	-	-	300	
35	19	10	-	-	450	
36	20	10	1	1	200	
37	24	9	1	1	150	
38	24	9	1	1	100	
39	24	9	-	1	250	
40	23	9	-	1	300	
41	22	9	1	1	150	

42	21	8	1	1	200	
43	20	8	1	1	150	
44	19	8	1	1	100	
45	18	8	1	1	250	
46	17	8	1	1	300	
47	16	7	1	1	400	
48	15	7	1	1	450	
49	14	7	1	1	500	
50	13	7	1	1	500	

Высота помещения -3.3м.

Зарядная станция имеет следующую пожарно-техническую характеристику:

Зарядная станция внутризаводского транспорта расположена в подвальном помещении.

В соответствии с ПУЭ п.4.42 помещения, в которых производится заряд аккумуляторов относятся к взрывоопасным класса В-Ia.

По функциональной пожарной опасности помещение зарядной станции относится к классу Ф 5 и его не допускается размещать под помещениями, предназначенными для одновременного пребывания более 50 чел., а также в подвальных и цокольных этажах (п. 6.6. СНиП 21-01-97).

Помещение зарядной станции является взрывопожароопасным в связи с возможностью поступления в нее водорода и не только в аварийной ситуации, но и при зарядке аккумуляторных батарей.

В зарядной станции возможны следующие варианты горения водорода:

- Водород воспламеняется до его перемешивания со средой, т.е. непосредственно при выходе из аккумулятора. В этом случае в зоне горения окислитель быстро расходуется и реакция становится зависимой от скорости диффузии, т.е. от поступления кислорода в зону реакции горения.

- Горение происходит после полного перемешивания водорода с атмосферой и его концентрация будет выше нижнего предела распространения пламени водорода. В этом случае будет горение без взрыва.

- Водород накопится в таких количествах, что его концентрация превысит нижний детонационный предел (18,2%). Только в этом случае его горение завершится детонацией.

Здание, в котором расположена зарядная станция, выполнено из монолитного железобетона, двухэтажное, каркасное. Несущие конструкции, опоры и покрытия выполнены из монолитного бетона. Зарядная станция расположена в подвальном помещении.

Класс конструктивной пожарной опасности здания СО – несущие элементы, стены, перегородки и перекрытия соответствуют классу пожарной опасности строительных конструкций КО (не пожароопасные)

Над станцией и со стороны одной боковой стены расположены цеха, с рабочим персоналом не более 50 чел. (п.6.6. СНиП 21-01-97)

Зарядная станция состоит из следующих помещений:

- помещения для зарядки аккумуляторных батарей;
- помещение выпрямительных агрегатов;
- помещения обслуживающего персонала;
- механической мастерской.

Помещения обслуживающего персонала, и выпрямительных агрегатов отделены от помещения зарядки аккумуляторов противопожарными перегородками.

Отопление зарядной станции водяное, расстояние от аккумуляторов до отопительных приборов не менее 750 мм, что соответствует п.4.4.18 ПУЭ.

Помещение зарядной станции не имеет естественного освещения, таким образом не выполняются рекомендации ПУЭ п. 4.4.28.

Вход в помещение зарядной станции осуществляется через железную дверь (1,5х2,2м) которая подвешена на ролики и открывается вдоль стены, тамбур

отсутствует, самозакрывающиеся замки отсутствуют (не соответствует п. 4.4.32 ПУЭ).

Потолки помещения зарядной станции с выступающими строительными конструкциями, горизонтальные.

Полы горизонтальные бетонные. Высота помещения 3,3 м. Объем помещения для каждого студента задается заданием (см. таблицу)

Количество зарядных мест в помещении:

- электротележки – 18 НК-125 А·ч – X ед.
- электрокара - 22 ТНЖ-350 А·ч – X ед.
- электропогрузчик – 34 ТНЖ-300 А·ч – X ед.
- электропогрузчик – 40 ТНЖ-400 А·ч – X ед.

Одновременно возможна зарядка X аккумуляторных батарей. Количество зарядных мест для каждого студента задается заданием (см. таблицу).

Для зарядки аккумуляторных батарей имеются следующие выпрямители:

Выпрямитель № 1 типа ВАЗП 380/260 – 40/80-У4 предназначен для ускоренной зарядки 8 исправных батарей от электротележки ЕН-116 соединенных последовательно.

Ток заряда – 30 А

Напряжение заряда - 260-280 В

Время заряда - 14 с

Время разряда - 6 с

Общее время зарядки - 3,5 ч.

Тип батареи 18 НК-125 А·ч – щелочная, никель-кадмиевая.

Выпрямитель № 2 типа ВАЗП 380/260 – 40/80-У4 предназначен также для ускоренной зарядки 8 исправных батарей от электротележки ЕН-116

соединенных последовательно. Тип батареи 18 НК-125 А·ч – щелочная, никель-кадмиев

Выпрямитель № 3 типа ВАЗП 380/260 – 40/80-У4 предназначен для ускоренной зарядки 8 исправных батарей от электротехники ЕН-116 соединенных последовательно. Тип батареи 18 НК-125 А·ч – щелочная, никель-кадмиев

Выпрямитель № 4 типа УЗА –150/80 предназначен для нормальной зарядки 1 батареи электропогрузчика ЭП-103К.

Ток заряда – 75 А

Время зарядки - 7 ч

Тип батареи 34 ТНЖ – 300 А·ч - щелочная, никель-железная

Выпрямитель № 5 типа УЗА –150/80 предназначен для нормальной зарядки 1 батареи электропогрузчика ЭП-1631

Ток заряда – 100 А

Время зарядки - 7 ч

Тип батареи 40 ТНЖ – 400 А·ч - щелочная, никель-железная

Выпрямитель № 6 типа ЗУК – 155/230 М предназначен для ускоренной зарядки 5 исправных батарей от кары соединенных последовательно.

Ток заряда – 75 А

Напряжение заряда - 230-270 В

Общее время зарядки - 3,5 ч.

Тип батареи 22 НК-350 А·ч – щелочная, никель-железная.

Выпрямитель № 7 типа ЗУК – 155/230 М предназначен для ускоренной зарядки 5 исправных батарей от кары соединенных последовательно.

Ток заряда – 75 А

Ток разряда - 20 А

Напряжение заряда - 230-270 В

Общее время зарядки - 3,5 ч.

Тип батареи 22 ТНЖ-350 А·ч – щелочная, никель-железная.

Основное внимание студент должен обратить на ток заряды аккумуляторной батареи.

В помещении зарядной станции имеются следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель углекислый ОУ –5;
- батарея двухбаллонная типа 2БР-2МД.

В здании, где расположено помещение зарядной станции имеет внутренний противопожарный водопровод, пожарные краны ПК –1 и ПК –2 находятся на расстоянии не более 10 м от станции. Автоматическая пожарная сигнализация отсутствует, оповещения о пожаре нет.

В помещении зарядной станции имеется спринклерная система пожаротушения.

Наружное пожаротушение предусмотрено от гидрантов существующей системы пожаротушения.

Осуществление связи с подразделением пожарной охраны предусмотрено с помощью телефона – местный номер 01.

Указатели эвакуационных выходов отсутствуют, в помещении зарядной станции имеются два выхода в коридор, один из которых закрыт.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ПГС (ОБЛ)

КАФЕДРА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

(П Р И М Е Р)

« ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАРЯДНОЙ
СТАНЦИИ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ТРАНСПОРТА»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение

2. Требования нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности зарядных станций.

3. Расчет категории помещения зарядной станции по взрывопожарной опасности

4. Расчет избыточного давления взрыва водорода в зарядной станции с учетом работы аварийной вентиляции. Определение кратности воздухообмена аварийной вентиляции.

5. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности зарядной станции

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа выполнена по техническому заданию кафедры пожарной безопасности. Предполагается, что зарядная станция расположена в подвальном помещении, что противоречит действующим нормам.

Для обеспечения пожарной безопасности зарядной станции и оптимизации противопожарной защиты в связи с отступлением от норм в ходе выполнения темы были рассмотрены следующие вопросы:

- Пожарно-техническая характеристика объекта
- Расчет категории помещения зарядной станции по взрывопожарной опасности
- Расчет избыточного давления взрыва водорода в зарядной станции с учетом работы аварийной вентиляции
- Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности зарядной станции

1. ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

Зарядная станция внутризаводского транспорта расположена в подвальном помещении.

В соответствии с ПУЭ п.4.42 помещения, в которых производится заряд аккумуляторов относятся к взрывоопасным класса В-Ia.

По функциональной пожарной опасности помещения зарядной станции относится к классу Ф 5 и его не допускается размещать под помещениями, предназначенными для одновременного пребывания более 50 чел., а также в подвальных и цокольных этажах (п. 6.6. СНиП 21-01-97).

Помещение зарядной станции является взрывопожароопасным в связи с возможностью поступления в нее водорода и не только в аварийной ситуации, но и при зарядке аккумуляторных батарей.

Согласно многочисленным справочным данным взрывоопасные свойства водородной смеси с воздухом характеризуются следующими данными:

- область воспламенения – $4,12 \div 75\%$ объема
- минимальная энергия зажигания – 0,02 мДж.
- нормальная скорость распространения пламени – 2,7 м/с
- теплота сгорания – 241,6 к Дж/моль
- температура самовоспламенения 510°C

Характер горения водорода будет зависеть от концентрации его в помещении зарядной станции и от наличия возможных источников зажигания.

Источники зажигания водородной смеси с воздухом могут создаваться например путем:

- увеличения силы тока, протекающего через аккумуляторные батареи в результате короткого замыкания, повышения напряжения и т.п.
- увеличения переходного сопротивления в контактных соединениях или коммутационных элементах
- сбрасывания раскаленных частиц, образующихся при аварийных режимах в электроустановке
- пропускания тока по конструкциям и элементам, которые нормально не обтекаются током, но могут им обтекаться в аварийных условиях.

В зарядной станции возможны следующие варианты горения водорода:

- Водород воспламеняется до его перемешивания со средой, т.е. непосредственно при выходе из аккумулятора. В этом случае в зоне горения окислитель быстро расходуется и реакция становится зависимой от скорости диффузии, т.е. от поступления кислорода в зону реакции горения.
- Горение происходит после полного перемешивания водорода с атмосферой и его концентрация будет выше нижнего предела распространения пламени водорода. В этом случае будет горение без взрыва.

- Водород накопится в таких количествах, что его концентрация превысит нижний детонационный предел (18,2%). Только в этом случае его горение завершится детонацией.

Так как в помещении зарядной станции почти всегда имеются источники зажигания, тем более энергия источника зажигания должна быть как показано выше незначительна (0,02 мДж), то вероятность развития аварийной ситуации по третьему варианту имеет место, но значительно меньше чем по остальным.

Основными профилактическими мероприятиями по предотвращению пожара и взрыва являются:

- снижение количества источников зажигания;
- флегматизация пространства зарядной станции инертными газами;
- контроль концентрации водорода;
- устройство аварийной вентиляции;
- предотвращение образования водорода.

Выбор мероприятий следует провести с учетом анализа действующих нормативных документов, особенностей процесса зарядки и возможных вариантов развития аварийной ситуации.

Здание, в котором расположена зарядная станция, выполнено из монолитного железобетона, двухэтажное, каркасное. Несущие конструкции, опоры и покрытия выполнены из монолитного бетона. Зарядная станция расположена в подвальном помещении.

Класс конструктивной пожарной опасности здания СО – несущие элементы, стены, перегородки и перекрытия соответствуют классу пожарной опасности строительных конструкций КО (не пожароопасные)

Над станцией и со стороны одной боковой стены расположены цеха, с рабочим персоналом не более 50 чел. (п.6.6. СНиП 21-01-97)

Зарядная станция состоит из следующих помещений:

- помещения для зарядки аккумуляторных батарей;
- помещение выпрямительных агрегатов;

- помещения обслуживающего персонала;
- механической мастерской.

Помещения обслуживающего персонала, и выпрямительных агрегатов отделены от помещения зарядки аккумуляторов противопожарными перегородками.

Отопление зарядной станции водяное, расстояние от аккумуляторов до отопительных приборов не менее 750 мм, что соответствует п.4.4.18 ПУЭ.

Помещение зарядной станции не имеет естественного освещения, таким образом не выполняются рекомендации ПУЭ п. 4.4.28.

Вход в помещение зарядной станции осуществляется через железную дверь (1,5х2,2м) которая подвешена на ролики и открывается вдоль стены, тамбур отсутствует, самозакрывающиеся замки отсутствуют (не соответствует п. 4.4.32 ПУЭ).

Потолки помещения зарядной станции с выступающими строительными конструкциями, горизонтальные.

Полы горизонтальные бетонные. Площадь зарядного помещения равна 160 м² (20х8м), что обеспечивает свободную установку батарей под зарядку и снятия их с зарядки, высота помещения 3,3 м.

Количество зарядных мест в помещении:

- электротележки – 18 НК-125 А·ч – 24 ед.
- электрокара - 22 ТНЖ-350 А·ч – 10 ед.
- электропогрузчик – 34 ТНЖ-300 А·ч – 1 ед.
- электропогрузчик – 40 ТНЖ-400 А·ч – 1 ед.

Одновременно возможна зарядка 36 аккумуляторных батарей.

Режим работы персонала с 7⁰⁰ до 21⁰⁰ часа.

Выпрямитель № 1 типа ВАЗП 380/260 – 40/80-У4 предназначен для ускоренной зарядки 8 исправных батарей от электротележки ЕН-116 соединенных последовательно.

Ток заряда –30 А

Ток разряда - 8 А

Напряжение заряда - 260-280 В

Напряжение разряда - 200-220 В

Общее время зарядки - 3,5 ч.

Тип батареи 18 НК-125 А·ч – щелочная, никель-кадмиевая.

Выпрямитель № 2 типа ВАЗП 380/260 – 40/80-У4 предназначен также для ускоренной зарядки 8 исправных батарей от электротележки ЕН-116 соединенных последовательно. Тип батареи 18 НК-125 А·ч – щелочная, никель-кадмиевая

Выпрямитель № 3 типа ВАЗП 380/260 – 40/80-У4 предназначен для ускоренной зарядки 8 исправных батарей от электротехники ЕН-116 соединенных последовательно. Тип батареи 18 НК-125 А·ч – щелочная, никель-кадмиевая

Выпрямитель № 4 типа УЗА –150/80 предназначен для нормальной зарядки 1 батареи электропогрузчика ЭП-103К.

Ток заряда – 75 А

Время зарядки - 7 ч

Тип батареи 34 ТНЖ – 300 А·ч - щелочная, никель-железная

Выпрямитель № 5 типа УЗА –150/80 предназначен для нормальной зарядки 1 батареи электропогрузчика ЭП-1631

Ток заряда – 100 А

Время зарядки - 7 ч

Тип батареи 40 ТНЖ – 400 А·ч - щелочная, никель-железная

Выпрямитель № 6 типа ЗУК – 155/230 М предназначен для ускоренной зарядки 5 исправных батарей от кары соединенных последовательно.

Ток заряда – 75 А

Напряжение заряда - 230-270 В

Общее время зарядки - 3,5 ч.

Тип батареи 22 НК-350 А·ч – щелочная, никель-железная.

Выпрямитель № 7 типа ЗУК – 155/230 М предназначен для ускоренной зарядки 5 исправных батарей от кары соединенных последовательно.

Ток заряда – 75 А

Напряжение заряда - 230-270 В

Общее время зарядки - 3,5 ч.

Тип батареи 22 ТНЖ-350 А·ч – щелочная, никель-железная.

Таким образом одновременно происходит зарядка 36 аккумуляторных батарей.

В помещении зарядной станции имеются следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель углекислый ОУ –5;
- батарея двухбаллонная типа 2БР-2МД.

В здании, где расположено помещение зарядной станции имеет внутренний противопожарный водопровод, пожарные краны ПК –1 и ПК –2 находятся на расстоянии не более 10 м от станции. Автоматическая пожарная сигнализация отсутствует, оповещения о пожаре нет.

В помещении зарядной станции имеется спринклерная система пожаротушения.

Наружное пожаротушение предусмотрено от гидрантов существующей системы пожаротушения.

Осуществление связи с подразделением пожарной охраны предусмотрено с помощью телефона – местный номер 01.

Указатели эвакуационных выходов отсутствуют, в помещении зарядной станции имеются два выхода в коридор, один из которых закрыт.

2. ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

СНиП 21-01-97

- Не допускается размещать помещение класса Ф 5 категории А под помещениями, предназначенными для одновременного пребывания более 50 чел, а также в подвальных и цокольных этажах (п.6.6)
- Противодымная защита должна выполняться из коридоров длиной более 15 м, не имеющих освещение световыми проемами:
 - из каждого производственного помещения с постоянными рабочими местами без естественного освещения, если помещение отнесены к категории А. Б или В;
- Выходы из подвальных и цокольных этажей, являются эвакуационными, как правило, следует предусматривать непосредственно наружу обособленными от общих лестничных клеток здания (п.6.9)
- Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь помещения подвальных и цокольных этажей, предназначенных для одновременного пребывания более 15 чел (п.6.12)
- Двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания (6.17)
- Двери лестничных клеток, ведущие в общие коридоры, двери тамбур-шлюзов с постоянным подпором воздуха должны иметь приспособлены для самозакрывания и уплотнения в притворах (6.18)
- Узлы пересечения кабелями и трубопроводами ограждающих конструкций с нормируемой огнестойкостью и пожарной опасностью не должны снижать требуемых пожарно-технических показателей конструкций (п.7.11)
- На путях эвакуации не должно быть горючих материалов (п.6.24)

ПОТ РМ 008-99

- Зарядные помещения должны иметь отделения – зарядное, ремонтное, агрегатное (п.6.4.2)
- Электродвигатели грузоподъемных механизмов и другое электрооборудование ремонтного отделения должно иметь взрывозащищенное оборудование (п.6.4.3)
- Запрещается в одном помещении производить зарядку аккумуляторных батарей и приготовление электролита (п.6.4.5)
- Площадь зарядных помещений должна обеспечивать свободную установку батарей под зарядку и снятие их с зарядки. В небольших предприятиях при односменной работе допускается заряжать батареи без снятия их с транспортных средств (п.6.4.6).
- Все зарядные устройства, зарядные щиты и др. аппаратура должны устанавливаться в отдельном помещении, отделенном несгораемой стеной от помещения, в котором проводится зарядка аккумуляторных батарей. Стена должна обеспечивать также непроницаемость для газов, выделяющихся в процессе зарядки аккумуляторов (п.6.4.7).
- Клеммные соединения в открытом исполнении, а также штепсельные соединения разрешается применять только в зоне помещения, в которой производится зарядка аккумуляторов (п.6.4.8)
- Помещение мастерской и кладовых химикатов должны оборудоваться принудительной вентиляцией
- Вытяжные вентиляционные устройства в помещениях для зарядки аккумуляторных батарей должны иметь блокировку, обеспечивающую отключение тока зарядки батарей при прекращенной работе вентиляции. Вентиляторы должны иметь взрывозащитное исполнение (п.6.4.10)

- В зарядном и щелочных отделениях для освещения должны применяться арматура повышенной надежности против взрыва, в ремонтных отделениях должно предусматриваться местное освещение с напряжением в сети не выше 42 В с соответствующей арматурой (п.6.4.11).

- Зарядное помещение должно оборудоваться средствами пожаротушения в соответствии с требованиями ППБ-01-03.

ПУЭ

- Для аккумуляторной батареи следует предусматривать блокировку, не допускающую проведения заряда батареи с напряжением более 2,3 В на элемент при отключенной вентиляции (4.4.12)

- Аккумуляторные установки, в которых применяется режим заряда батарей с напряжением не более 2,3 А на элемент, должна иметь устройство, не допускающее самопроизвольного повышения напряжения до уровня выше 2,3 В на элемент (п.4.4.9)

- В помещении аккумуляторной один светильник должен быть присоединен к сети аварийного освещения (п.4.4.13)

- Стеллажи для установки аккумуляторов должны быть защищены от воздействия электролита стойким покрытием (п.4.4.15)

- Аккумуляторы должны быть изолированы от стеллажей, а стеллажи от земли посредством изолированных подкладок, стойких против воздействия электролита и его паров (п.4.4.16)

- Расстояние от аккумуляторов до отопительных приборов должно быть не менее 750 мм (п.4.4.18)

- Ошинковка аккумуляторных батарей должна выполняться медными неизолированными шинами или одножильным кабелем со стойкой изоляцией.

Соединение или ответвление медных шин и кабелей должны выполняться сваркой или пайкой.

Места соединения шин и кабелей к аккумуляторам должны обслуживаться (п.4.4.20)

- Неизолированные проводники должны быть дважды окрашены кислотостойкой, не содержащей спирта краской по всей длине, за исключением мест соединения шин, присоединения к аккумуляторам.

Неокрашенные места должны быть смазаны техническим вазелином (п.4.4.21)

- Помещение, где установлены аккумуляторные батареи должно быть:

- расположено возможно ближе к зарядным устройствам и распределительному щиту постоянного тока
- изолировано от попадания в него пыли и т.д.
- легко доступно для обслуживания.

- Вход в помещение аккумуляторной должен осуществляться через тамбур. Двери тамбура должны открываться наружу и должны быть снабжены самозакрывающимися замками, допускающими открывание их без ключа с внутренней стороны. На дверях должно быть написано «Аккумуляторная» «Огнеопасно» «С огнем не входить» «Курение запрещено» (п.4.4.32).

- Потолки помещений аккумуляторных должны быть горизонтальными и гладкими.

Допускаются потолки с вертикальными выступающими конструкциями или наклоном при выполнении следующих условий:

- должна быть предусмотрена вытяжка воздуха соответственно из каждого отсека или из верхней части пространства над потолком. Расстояния от верхней кромки верхних вентиляционных отверстий до потолка должно быть не более 100 мм, а от нижней кромки нижних вентиляционных отверстий до пола – не более 300 мм (пп.4.4.34, 4.4.43)

- Стены, потолки, двери, и т.п. должны быть окрашены химически стойкой краской (п.4.4.36)

- Помещение аккумуляторной должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию и естественную вентиляцию, обеспечивающую кратность обмена воздуха в соответствии с п.4.440 ПУЭ. Выброс газов – через отдельную шахту.

- Вентилятор системы вентиляции должен иметь взрывобезопасное исполнение (п.4.4.42)

СП3.13130.2009

- Производственное здание и сооружения, территории объектов по пожарной опасности категории В должны иметь второй тип системы оповещения:

- способ оповещения звуковой;
- световые указатели «Выход»
- очередность оповещения всех одновременно

СП 12.13130.2009

- Производственные помещения категории В 1 по пожарной опасности при размещении в цокольном и подвальном этажах независимо от площади должна иметь АУПТ.

3. РАСЧЕТ КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЯ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПО НПБ 105-03

1. Исходные данные

(Исходные данные студент берет из таблицы применительно к своему заданию)

Помещение зарядной станции объемом – 528 м³ (20х8х3,3м).

В помещении устанавливаются следующие аккумуляторные батареи:

- 18 НК – 125 А·ч – из 18 аккумуляторов
- 34 ТНЖ – 300 А·ч – из 34 аккумуляторов
- 40 ТНЖ – 400 А·ч – из 40 аккумуляторов
- 22 ТНЖ – 350 А·ч – из 22 аккумуляторов

Количество зарядных мест:

- 18 НК – 125 А·ч – 24 шт.
- 22 ТНЖ – 350 А·ч – 10 шт.
- 34 ТНЖ – 300 А·ч – 1 шт.
- 40 ТНЖ – 400 А·ч – 1 шт.

1.2. Максимальная абсолютная температура воздуха согласно СНиП 2.01.01.-82 – 37⁰С (г. Москва)

1.3. Обоснование расчетного варианта наиболее неблагоприятного в отношении взрыва

1.3.1. При расчете избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта наиболее неблагоприятной в отношении взрыва период, связанный с формовкой и зарядкой полностью разряженных батарей с напряжением более 2,3 В на элемент и наибольшим значением зарядного тока, превышающим в четыре раза максимальный зарядный ток.

1.3.2. Происходит зарядка аккумуляторных батарей с максимальной емкостью. Продолжительность поступления водорода в помещение соответствует конечному периоду зарядки при обильном газовыделении и принимается равным 1 ч (T=3600 с).

1.3.3. За расчетную температуру принимается максимальная абсолютная температура наружного воздуха согласно СНиП 2.01.01-82.

1.4. Расчет поступающего в помещение водорода при зарядке аккумуляторных батарей

1.4.1. Масса водорода, выделившегося в одном элементе при установившемся динамическом равновесии между силой зарядного тока и количеством выделяемого газа составит:

$$\frac{M}{I \cdot T} = 1/F \cdot \frac{A}{Z} = \frac{1}{9,65 \cdot 10^4} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1} = 1,036 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

где: F – постоянная Фарадея $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{с} \cdot \text{моль}^{-1}$

A – атомная единица массы водорода, равная 1 а.е.м. $= 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$

Z – валентность водорода, Z = 1

I – сила зарядного тока, А

T – расчетное время зарядки, с

Объем водорода V_H поступающего в помещение при зарядке нескольких батарей, м^3 определим по формуле:

$$V_H = \frac{1,036 \cdot 10^{-8}}{\rho_2} \cdot 4 \sum_{l=1}^n I_l n_l \cdot 3600$$

где: ρ_2 – плотность водорода при расчетной температуре воздуха, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$

I_l – максимальный зарядный ток l –й батареи, А

n_l – количество аккумуляторов в l –й батареи

(студент обрати внимание на знак суммы и что за этим знаком написано)

Плотность водорода определяется по формуле:

$$\rho_2 = \frac{M}{V_0(1+\alpha t_p)}, \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

где: М- масса одного киломоля водорода, равная 2 кг·кмоль⁻¹

V₀ – свободный объем киломоля газа при нормальных условиях равный 22,413 м³ кмоль⁻¹

α – коэффициент температурного расширения газа, равный 0,003672 град⁻¹

t_p – расчетная температура воздуха, °С.

Стехиометрическая концентрация водорода C_{ст} рассчитывается по формуле :

$$C_{ст} = \frac{100}{1+4,84\beta}$$

где: $\beta = n_c + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_o}{2}$ - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения;

n_c, n_H, n_o, n_x – число атомов С,Н,О и галоидов в моменте горения

$$\beta = 0 + \frac{2-0}{4} - \frac{0}{2} = 0,5$$

$$C_{ст} = \frac{100}{1+4,84 \cdot 0,5} = 29,24\% (об)$$

Плотность водорода при расчетной температуре воздуха будет равна:

$$\rho_z = \frac{2}{22,413(1+0,00367 \cdot 37)} = 0,0786 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Объем водорода, поступающего в зарядное помещение составит:

$$V_H = \frac{1,036 \cdot 10^{-8}}{0,0786} \cdot 4[18 \cdot 24 \cdot 30 + 34 \cdot 1 \cdot 75 + 40 \cdot 1 \cdot 100 + 22 \cdot 10 \cdot 75] \cdot 3600 = 68,3 \text{ м}^3$$

1 - кол-во аккумуляторов 18. 34. 40 и 22

2 - кол-во зарядных мест 24. 10. 1 и 1

3 - ток заряда 30. 75. 100 и 75

(Я расписал сумму по моему варианту, а вам надо поставить свои значения)

1.8. Свободный объем аккумуляторного помещения составит:

$$V_{св} = 0,8 V_n = 422,4 \text{ м}^3$$

2. Избыточное давление взрыва ΔP водорода в помещении зарядной станции составит:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_o) \cdot \frac{mZ}{V_{св} \cdot \rho_z} \cdot \frac{100}{K_H} =$$

где: $P_{\max}$ — максимальное давление взрыва стехиометрической газовой смеси в замкнутом объеме

$$P_{\max} = 900 \text{ кПа}$$

P_o — начальное давление

$P_o = 101 \text{ кПа}$

m – масса горючего газа вышедшего в результате расчетной аварии в помещении

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_T$$

Z – коэффициент участия горючего во взрыве $Z = 1$

$V_{св}$ – свободный объем помещения, m^3

ρ_T – плотность газа при расчетной температуре, $kg\ m^{-3}$

при $V_H = \frac{m}{\rho_z}$ ΔP будет равно

$$\Delta P = 717 \cdot \frac{m}{V_{св} \cdot \rho_z} = 717 \cdot \frac{V_H}{V_{св}} = 717 \cdot \frac{68,3}{422,4} = 115,9 kPa$$

Так как расчетное избыточное давление взрыва более 5 кПа, то аккумуляторное (зарядное) помещение следует отнести к категории А.

6. РАСЧЕТ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА ВОДОРОДА В ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ С УЧЕТОМ РАБОТЫ АВАРИЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В случае обращения в помещении горячих газов при определении значения массы m , допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена:

- резервным вентилятором;
- автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации;
- электроснабжением по первой категории надежности (ПУЭ);
- при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

При этом массу m горючих газов, поступающих в объем помещения, следует разделить на коэффициент K , определяемый по формуле:

$$K = A \cdot T + 1$$

где: A – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, с^{-1} ;

T – продолжительность поступления горючих газов в объем помещения $T=3600\text{с}$.

При кратности воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, равной $23,4^{-1}$, объем водорода, поступающего в помещение, составит:

$$V_H^* = \frac{V_H}{(A/3600) \cdot T + 1} = \frac{68,3}{24} = 2,83 \text{ м}^3$$

Избыточное давление взрыва ΔP при этом будет равно:

$$\Delta P = 717 \cdot \frac{2,83}{422,4} = 4,8 \text{ кПа}$$

При оборудовании помещения зарядной станции аварийной вентиляцией с кратностью воздухообмена $A=23\text{ч}^{-1}$ отвечающей требованию СНиП 41-01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ПУЭ допускается не относить помещение к категории А.

Согласно СП при расчетном давлении взрыва менее 5 кПа помещение зарядной станции следует относить к категории В.

3. СИГНАЛИЗАТОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ

Сигнализаторы для обеспечения безопасности персонала при увеличении содержания горячих газов, в том числе и водорода, предназначены для непрерывного контроля газовой среды.

Газосигнализаторы обладают встроенной оптической и акустической сигнализацией, а при превышении установленного порога они позволяют с помощью встроенного исполнительного устройства (реле) включать или отключать те или иные внешние устройства – приточно-вытяжная вентиляция и т.п.

Стационарные газосигнализаторы серии ИГС-98 предназначены для непрерывного автоматического контроля состояния атмосферы в помещениях рабочей зоны промышленных объектов и предупреждения о возникновении опасных концентраций токсичных или горючих газов с одновременной возможностью автоматического управления внешними исполнительными устройствами.

Краткие характеристики стационарных газосигнализаторов серии ИГС-98

Параметр	Исполнение 1	Исполнение 2
Цифровое табло	нет	есть
Встроенное реле	220В 5А	
Питание	220/24/12 В	
Режим работы	непрерывный	
Виды сигнализации	оптическая и акустическая	
Рабочий диапазон температур, °С	минус 30 ... +50	
Периодичность поверки	1 раз в год	
Уровень защиты	ExiaIIСХ	
Размеры, мм	135 x 65 x 40	
Масса, не более, г	200	

Все стационарные газосигнализаторы серии ИГС-98 изготавливаются в идентичных корпусах, выполняют одинаковые функции. В зависимости от установленного газочувствительного сенсора соответственно меняются диапазон измерений и пороги сигнализации. Для нашего объекта применим этот тип газосигнализатора.

8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ

4. Помещение зарядной станции не будет относиться к категории А, а следовательно ее размещение в подвальном помещении допустимо только при условии наличия аварийной вентиляции, которая обеспечивает кратность воздухообмена – 23 ч^{-1} и обеспечена:

- резервным вентилятором;
- автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации;
- электроснабжением по первой категории надежности (ПУЭ);

5. при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии

6. Обеспечено не менее двух эвакуационных выходов из зарядной станции (п. 6.12 СНиП 21-01)

7. Двери зарядной станции должны открываться по направлению выхода из помещения (п.6.17 СНиП 21-01) и иметь приспособления для самозакрывания и уплотнения в притворах (п.6.18. СНиП 21-01)

8. Обработать огнезащитным материалом кабели, проложенные в коридоре и на путях эвакуации не допускать наличия горючих материалов (п.6.24 СНиП 21-01)

9. В ремонтном помещении электрооборудование должно иметь взрывозащищенное исполнение (п.6.4.3. ПОТ РМ 008-93)

10. Обеспечить непроницаемость для газов, выделяющихся в процессе зарядки аккумуляторов через стены. Заделать все имеющиеся проемы в соседние помещения (п.6.4.7. ПОТ РМ 008-99)

11. Предусмотреть в ремонтной мастерской местное освещение с напряжением в сети не выше 42 В (п. 6.4.11. ПОТ РМ 008-99)

12. Зарядное помещение обеспечить:

- двумя порошковыми огнетушителями вместимостью 5 литров

- одним порошковым передвижным огнетушителем
вместимостью 100л ППБ 01-03

10. Проверить работоспособность спринклерной системы пожаротушения помещения зарядной станции, произвести замену оросителей.

11. Периодически осуществлять контроль блокировки заряда батарей при отключении вентиляции (п.4.4.12 ПУЭ)

12. Предусмотреть устройство не допускающее самопроизвольного повышения напряжения до уровня выше 2,3 В на элемент (п.4.4.9 ПУЭ)

13. На дверях зарядной станции предусмотреть надписи:

«Зарядная станция» «Огнеопасно»

«С огнем не входить»

«Курение запрещено» (п.4.4.32 ПУЭ).

14. В связи с наличием потолков с выступающими конструкциями необходимо обеспечить вытяжку воздуха из каждого отсека. Расстояние от верхней кромки верхних вентиляционных отверстий до потолка должно быть не более 100 мм, а от нижней кромки нижних вентиляционных отверстий до пола – не более 300 мм (п.4.4.43 ПУЭ)

15. Для обеспечения эвакуации людей в случае пожара предусмотреть:

- способ оповещения – звуковой
- световые указатели «Выход» .

ЛИТЕРАТУРА

ППБ 01-03 – Правила пожарной безопасности в Российской Федерации

ПУЭ – Правила устройства электроустановок

ПОТ РМ 008-99 – Межотраслевые Правила по охране труда при эксплуатации промышленного транспорта

СНиП 21-01-97 – Пожарная безопасность зданий и сооружений