



Содержание аудита и анализа технологических рисков (HAZOP). Техника безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы.

1. Введение. Общие положения системы управления безопасностью.

1.1 Фосген, а также: карбонилхлорид, хлорокись углерода, имеющий CAS 75-44-5. Физические и химические свойства, способы получения и применение приводятся в справочных руководствах.

1.2 Процедуры и рекомендации, могут отличаться от законодательных критериев, применяемых регулирующими органами в стране строительства. В таких случаях необходимо следовать местным нормам и правилам.

1.3 На предприятиях по производству фосгена разрабатывается и утверждается система управления безопасностью (Safety Management System), далее по тексту SMS.

1.4 Утверждение SMS выполняется высшим административным руководством компании, которое обязано обеспечить достижение высоких стандартов по контролю рисков.

1.5 Обеспечение выполнения SMS возлагается на высшее техническое руководство предприятием, которое определяет: роли, полномочия, обязанности, подотчетность и взаимосвязь всего персонала.

1.6 Сотрудники, не участвующие в производственном процессе, подрядчики, а также посетители, временно присутствующие на предприятии, должны быть осведомлены об основных опасностях и порядке действий согласно SMS.

1.7 Процедуры, представленные в SMS, разрабатываются в сотрудничестве с людьми, которые обязаны им следовать и должны быть изложены в понятной им форме, например, для оператор ведущего процесс, должны быть понятны показатели и критерии для сравнения гарантирующие безопасность процесса. Оператор должен понимать, что проверки безопасности, представленные в SMS это обычная часть его деятельности.

1.8 SMS должна включать сценарии гипотетических аварий, при этом учитываются максимальные выбросы фосгена и эффективные меры по их предотвращению и смягчению последствий. Процедуры по оценке сценариев гипотетических аварий являются

элементом постоянной деятельности компании. Информация об опасностях процесса, проектных и эксплуатационных ограничениях, средства контроля и оповещения должна быть легкодоступной для каждого работника, участвующего в производстве.

1.9 Предприятие по производству фосгена должно соответствовать всем местным и национальным правилам, и предписаниям. Дополнительно могут быть приняты и другие международные нормы для обеспечения наилучших условий труда. До начала строительства (или эксплуатации) в местный надзорный орган должно быть отправлено уведомление, содержащее подробную информацию о местоположении установки, обо всех химических веществах и их количествах, которые используются на установке или в местах хранения.

1.10 Компания, эксплуатирующая установку фосгена, должна вести постоянный мониторинг, а именно: квалификации персонала, внесение изменений в процесс, оборудование, программное обеспечение, или качество сырья, или внешние обстоятельства, которые способны повлиять на контроль над опасностями крупных аварий.

1.11 Центральное место в обеспечении безопасности занимает комплексная, четко определенная и доведенная до сведения общественности система управления, соответствующая национальным и местным требованиям. Система управления пересматривается и обновляется на регулярной основе.

2. Аудиты решений, обеспечивающих безопасность.

2.1 Аудит безопасности технологического процесса проводится на всех этапах жизненного цикла установки от стадии проектирования и строительства, до эксплуатации, реконструкции, модернизации и т.д. Каждая проверка безопасности должна завершаться составлением соответствующей документации.

2.2 На этапе проектирования подробные проверки безопасности проводятся до этапа строительства установки. Анализ проводится опытным специалистом по безопасности процессов на основе следующих материалов <https://enky-afina.ru/bazovyi-3> Проверка безопасности завершается составлением соответствующей документации.

2.3 На этапе строительства установки фосгена к проверке не предъявляется каких-либо особых требований. Проверка безопасности завершается составлением соответствующей документации.

2.4 На этапе проверки установки перед пуском после строительства не предъявляется каких-либо особых требований, но все проверки выполняются только собственным

эксплуатационным персоналом или в его присутствии. Проверка безопасности завершается составлением соответствующей документации.

2.5 При внесении изменений в процесс или оборудование, на действующей установке, необходимо оценить влияние на существующую концепция безопасности. При незначительных изменениях проводится повторная проверка безопасности. Важные и сложные изменения рассматриваются, как проект для нового процесса и требуется проведение нового всестороннего анализа рисков.

2.6 Независимо от того, были или не были изменения в процесс или оборудование, на действующей установке, каждые пять лет проводится проверка безопасности, как для нового проекта.

3. Концептуальные проектные решения, обеспечивающие безопасность.

3.1 Установки по производству фосгена должны быть расположены как можно дальше от населенных пунктов. При проектировании следует учитывать местное направление ветра. Секции установки проектируются, как можно ближе друг к другу, чтобы сократить протяженность трубопроводов с фосгеном. Установки для производства и переработки фосгена рекомендуется проектировать в соответствии с концепцией двойной безопасности.

3.1.1 Первичные меры безопасности носят профилактический характер и сосредоточены на методологии предотвращения.

3.1.2 Вторичные меры безопасности носят нейтрализующий характер и сосредоточены на методологии компенсационных мероприятий после аварий.

3.2 Трубопроводы, динамическое и статическое оборудование, средства контроля и управления технологическим процессом должны быть спроектированы в соответствии с требованиями, описанными в данном руководстве, как для основной установки генерации фосгена, так и для системы нейтрализации отходящих газов, содержащих фосген.

3.3 Оборудование и трубопроводные системы полностью закрываются герметичным кожухом, оснащенным датчиками фосгена и подключенным к системе очистки от фосгена, в качестве инертной среды используется азот.

3.3.1 Вентилируемая, полностью закрытая защитная камера, в которой находится все оборудование может использоваться для сдерживания любого выброса фосгена. Защитная камера работает под небольшим отрицательным давлением.

3.3.2 В случае утечки фосгена внутри защитной камеры, что определяется анализаторами, газы и пары направляются на санитарную секцию нейтрализации фосгена.

3.3.3 Вход персонала внутрь защитной камеры при постоянной работе поточных анализаторов на содержание фосгена, хлора, монооксида углерода и минимального содержания кислорода и разработанных мерах безопасности.

3.3.4 Полностью закрытая защитная камера оборудуется:

- вентиляция с контролем температуры, кратности воздухообмена, разрежения и система управления вентиляцией в случае обнаружения фосгена
- анализаторы фосгена, хлора, монооксида углерода и т.д. с сигнализациями
- функциональные тесты через регулярные промежутки времени
- подключение к системе уничтожения фосгена
- противопожарная защита
- телевизионный мониторинг
- доступность для персонала через несколько шлюзовых камер
- система связи
- разработанные процедуры для доступа внутрь камеры
- разработанные процедуры для выполнения работ внутри камеры
- разработанные требования к средствам индивидуальной защиты

3.4 Оборудование и трубопроводные системы не закрываются герметичным кожухом, но все трубопроводы, транспортирующие фосген, в любых концентрациях, имеют двойные стенки с вакуумированием между ними и подключением к системе очистки от фосгена. Реакторы синтеза фосгена имеют защитные кожухи оснащенным датчиками фосгена и подключенным к системе очистки от фосгена, в качестве инертной среды используется азот, или используется вариант вакуумирования и подключение к системе очистки от фосгена, как это выполняется для трубопроводов.

3.4.1 Не полностью закрытая защитная камера оборудуется:

- контроль поверхности труб или аппаратов, закрытых кожухом, так как стенку трубы или аппарата, внутри кожуха, больше невозможно осмотреть визуально
- кольцевое пространство должно иметь возможность продувки
- кольцевое пространство продувается сухим инертным газом, но не воздухом
- кольцевое пространство должно иметь возможность отбора анализов на наличие фосгена
- функциональные тесты через регулярные промежутки времени
- подключение к системе уничтожения фосгена

3.5 Выбор между п. 3.3 и 3.4 основан на конфигурации технологического процесса, площади установки, габаритов оборудования и трубопроводов. Каждое из решений имеет одинаковую ценность.

3.6 Трубопроводы и оборудование должны быть рассчитаны на условия полного вакуума. Номинальные значения температуры и давления в трубопроводах, оборудовании принимаются на условия пожара.

3.7 Количество резьбовых соединений сводится к минимуму, чтобы свести к минимуму риск утечки фосгена и заменяются фланцевыми соединениями, количество которых также минимизируется и заменяются сварными соединениями. Имеющиеся фланцевые соединения имеют тип уплотнения – «шип-паз».

3.8 Количество смотровых стекол и компенсаторов сводится к минимуму, чтобы свести к минимуму риск утечки фосгена.

3.9 Все регулирующие клапаны, отсекатели, ручная запорная арматура должны иметь сильфонные уплотнения. Рекомендуется не использовать трехходовые клапана в качестве запорных. Рекомендуются шаровые клапаны с сильфонными уплотнениями.

3.10 Все сварные соединения оборудования и трубопроводов, содержащие фосген, должны регулярно подвергаться 100% неразрушающему контролю, согласно графика проверок, который составляется по компании.

3.11 Все устройства для аварийного сброса, как ручное стравливание, так и разрывные мембраны, и предохранительные клапана должны быть подключены к системе нейтрализации фосгена, а все динамическое оборудование этой системы должно иметь резервное аварийное питание.

3.12 Объем фосгена в системе должен быть минимизирован, а конденсация фосгена должна быть исключена и рассматриваться, как предаварийная ситуация. Предпочтительной является конденсация фосгена в растворителе.

3.13 При использовании паровых нагревателей, водяных холодильников или конденсаторов, обратная вода или конденсат постоянно контролируются на электропроводность, на предмет возможных утечек фосгена.

3.14 Для изготовления трубных пучков теплообменников используются только бесшовные трубы. Предпочтение следует отдавать пластинчатым теплообменникам. Использование АВО для потоков, содержащих фосген – не допускается.

3.15 Предпочтение отдается герметичным насосам. При использовании двойных торцевых уплотнений циркулирующая жидкость должна быть инертна по отношению к

фосгену и давление в циркуляционном контуре выше чем давление в технологическом процессе фосгена.

3.16 Жидкостно-кольцевые вакуумные насосы, работающие с фосгеновыми средами, в качестве уплотняющей жидкости используют растворитель, например, хлорбензол.

3.17 Компрессорное оборудование для фосгеносодержащих газов используется в исключительных случаях и если его нельзя исключить, компрессора имеют особые конструктивные решения.

3.18 Динамическое оборудование, например, мешалки, не имеющие магнитных уплотнений проходит гелиевые тесты согласно графика проверок, который составляется по компании.

3.19 Сосуды, работающие под давлением и имеющие внутренние эмалевые покрытия, допускаются и рекомендуются при работе с фосгеном.

3.20 Сосуды, работающие под давлением и имеющие внутреннее покрытия из ECTFE (этиленхлортрифторэтилена), наиболее подходят для работы с фосгеном при температуре до 100°C.

3.20 Сосуды, работающие под давлением и имеющие внутреннее покрытия из PVDF (поливинилиденфторида), менее подходят для работы с фосгеном из-за высокой проницаемости паров и высокого коэффициента теплового расширения.

3.21 Графитовые теплообменники является хорошим выбором благодаря высокой химической стойкости и хорошей теплопроводности, а также очень малой восприимчивостью к загрязнениям, значительно меньше, чем металлические поверхности. В виду хрупкости графита следует выполнять все требования изготовителя по монтажу и испытаниям после монтажа. При эксплуатации не допускается резких скачков давления, поэтому все регуляторы устанавливаются до графитовых теплообменников.

3.22 Трубопроводы должны соответствовать нормам и правилам страны строительства с учетом критериев оптимальных для трубопроводов фосгена:

- минимизация резьбовых соединений, **п. 3.7**
- минимальный диаметр трубопровода должен составлять не менее 1 дюйма, такой же диаметр рекомендуется для подсоединения приборов КИП и пробоотборников
- все сварные швы проходят 100% контроль не разрушающими методами и определенный процент разрушающими, **п. 3.10**
- количество фланцевых соединений сводится к минимуму и рекомендуемый тип уплотнения «шип-паз», **п. 3.7**

- не рекомендуется использование следующих материалов для футеровки стальных трубопроводов фосгена: CS/PTFE, CS/PP, CS/PVC, CS/CPVC, а также футеровку из каучука, в том числе и вулканизированного, если в производстве фосгена используются растворители, например, хлорбензол

- не рекомендуется создание «мешков» по трассе трубопровода, для исключения повышенной коррозии

3.23 Рекомендуемый материал прокладок для стальных трубопроводов: графитовая с металлическим армированием или без, спирально навитая с PTFE.

Рекомендуемый материал прокладок для неметаллической трубопроводов: резиновые с металлическим армированием (если в производстве не используются растворители, например, хлорбензол), уплотнительная прокладка из PTFE без асбестового наполнителя, графитовая без металлического армирования.

3.23.1 PTFE имеет свойство сорбировать фосген, поэтому прокладки из него должны правильно утилизироваться.

3.24 Разрывные мембраны не должны использоваться, для фосгеносодержащих систем, как защита аппаратов от завышения давления, поскольку у них нет механизма для прекращения выброса фосгена после сброса избыточного давления.

3.24.1 Разрывные мембраны могут устанавливаться только перед ППК, как более дешевая и надежная замена сильфонов, **п. 3.28**

3.25 Не допускается использование ППК имеющих рычаг для сброса давления вручную, при проверках или в иных целях.

3.26 Сбросы с ППК допускаются только в сторону санитарных систем, предназначенных для нейтрализации фосгена.

3.27 ППК как для аппаратов, так и для защиты тупиковых (замкнутых) участков трубопроводов, устанавливаются только в сдвоенном исполнении и связанных между собой блокировочным устройством, которое не позволяет одновременно открыть или закрыть оба клапана.

3.28 ППК со стороны продукта, для предотвращения коррозии, защищается сильфоном или разрывной мембраной, **п. 3.24.1** оба элемента сертифицируются на работы в среде фосгена. Все внутренние устройства ППК выполняются из нержавеющей стали или сталей более высокой коррозионной стойкости.

3.29 Отсекатели используются для разделения крупных блоков на более мелкие секции. Отсекатели управляются дистанционно, т.е. из диспетчерской (операторной). Наличие отсекаателей сводит к минимуму количество операций, которые необходимо

выполнить, при опорожнении и нейтрализации участка имеющего утечку фосгена или иные дефекты влияющие на безопасность. Каждая секция должна иметь подключение к санитарной секции нейтрализации фосгена по паровой фазе и дренаж для сконденсированного фосгена в аварийную емкость с последующей нейтрализацией.

3.29.1 Аварийная емкость должна иметь объем для возможности дренирования сконденсированного фосгена из самого большого сегмента, при самом не благоприятном сценарии полной конденсации.

3.29.1 Запорная арматура, как со стороны сегмента, так и со стороны аварийной емкости управляется дистанционно, т.е. из диспетчерской (операторной).

3.29.2 После дренирования линия промывается растворителем, например, хлорбензолом в сторону аварийной емкости. Аварийная емкость должна иметь связь с системой уничтожения фосгена и растворителя.

3.29.3 Слив фосгена в аварийную емкость должен производиться без использования насосов, т.е. за счет разницы в гипсометрических отметках. Аварийная емкость всегда находится ниже, чем любая из секций, заглубленное расположение аварийной емкости разрешается.

3.29.4 Аварийная емкость всегда пустая и постоянно готова к приему продукта.

3.30 Продувочный сепаратор устанавливается на линии паров сбрасываемых на санитарную секцию нейтрализации фосгена. Жидкие продукты, сконденсированный фосген или фосген в растворителе, после сепаратора сливаются в аварийную емкость, а паровая фаза направляется на санитарную секцию.

3.30.1 Запорная арматура, как со стороны продувочного сепаратора, так и со стороны аварийной емкости управляется дистанционно, т.е. из диспетчерской (операторной).

3.30.2 После дренирования линия промывается растворителем, например, хлорбензолом в сторону аварийной емкости.

3.30.3 Слив фосгена из продувочного сепаратора в аварийную емкость должен производиться без использования насосов, т.е. за счет разницы в гипсометрических отметках или разницы давлений в сепараторе и аварийной емкости.

3.31 Монтаж приборов КиП на трубопроводы, **п. 3.22** должен соответствовать нормам и правилам страны строительства с учетом критериев оптимальных для трубопроводов фосгена:

- минимизация резьбовых соединений, **п. 3.7** соединения сварные или фланцевые в соответствии с конструкцией трубы являются предпочтительными

- минимальный диаметр штуцеров для подсоединения приборов КиП и пробоотборников не менее 1 дюйма

- все сварные швы проходят 100% радиографический контроль. Если радиография не возможна, например, из-за тонкой толщины стенки или малого диаметра штуцеров, то сварной шов может быть проверен на 100% с помощью теста на проникновение красителя (для нержавеющей стали и сплавов на основе никеля) или испытание намагниченными материалами (для углеродистой и низколегированной стали)

- мембраны и сильфоны, защищающие, например, датчики давления от коррозионной среды, лучше всего изготавливать из тантала или хастеллоя. Детали из титана, могут не подходить из-за потенциальной точечной коррозии

- прокладки, уплотнения из PTFE должны правильно утилизироваться, так как имеет свойство сорбировать фосген, **п. 3.23.1**

3.32 Требования по электроснабжению идентичны для объектов, работающих с хлором, синильной кислотой, сероуглеродом, а также **п. 3.11** насосы для секции санитарной очистки, система управления технологическим процессом, система аварийной сигнализации должны иметь резервное питание от дизельных генераторов.

3.33 Диспетчерская и безопасные помещения включая операторную располагают с подветренной стороны установки, на разумном удалении от источников фосгена или других токсичных химических веществ.

3.35 Любой вход из зоны с потенциальным загрязнением фосгеном, выполняется через воздушный шлюз, две герметичные двери, расположенные последовательно в небольшом закрытом помещении, является хорошей практикой.

3.36 Газонепроницаемые окна сконструированы таким образом, что их нельзя открывать (за исключением случаев, когда они предназначены для пожарной лестницы), и расположены на стороне здания, обращенной в сторону от установки.

3.37 Системы вентиляции располагаются с подветренной стороны от преобладающего направления ветра и вдали от потенциальных источников фосгена или других токсичных веществ. Используются анализаторы для обнаружения опасных химических веществ в воздухозаборнике, которые активируют автоматическое отключение системы вентиляции и подают сигнал тревоги в диспетчерскую при обнаружении токсичного газа.

4. Концептуальные решения по мониторингу обеспечивающие безопасность.

4.1 Система мониторинга опирается на детекторы фосгена установленные по всей установке и подающие звуковую и световую сигнализацию, при ее срабатывании.

4.1.1 Одним из важнейших индикаторов является, флюгер, указывающий направление и скорость ветра. Флюгеры устанавливаются в нескольких местах, чтобы были видны с любых точек установки.

4.1.2 Система громкоговорителей о фосгеновой тревоге должна обеспечивать четкое звуковое сопровождение во всех производственных зонах. Рекомендуется использовать заранее записанные сообщения с четкими и последовательными формулировками.

4.2 Мониторинг на обнаружение утечек фосгена выполняется по двум вариантам:

4.2.1 Пробы газа подаются по одной или нескольким линиям в один или несколько центральных анализаторов, которые предназначены для мониторинга определенных зон установки или критически важного оборудования. Срабатывание по утечке не определяет конкретную точку, а определяет зону, что является достаточным для индикации аварии

4.2.2 Проба газа по одной линии поступает на отдельный анализатор. Срабатывание по утечке определяет конкретную точку. Часто используется в помещениях, где персонал присутствует только периодически

4.3 Системы сигнализации и оповещения должны быть слышны и видны во всех помещениях и зданиях установки по производству фосгена. Системы оповещения и сигнализации должны быть в рабочем состоянии в любое время и может быть, как автоматической, так и от «тревожных» кнопок. Передача сигналов тревоги о фосгене идет на Командный центр государственной пожарной службы с четким указанием местоположения, инициирующего подачу сигнала тревоги (использовано наименование службы страны строительства), а также в диспетчерскую предприятия. При срабатывании сигнализации выполняются следующие действия:

- аннулируются все разрешения на работу подрядным организациям, персонал этих организаций отправляется в безопасные места сбора, с которыми ознакомлен заранее, как и с инструкцией по чрезвычайным ситуациям, до начала работ

- посетители предприятия выполняют все указания сопровождающего, за которым они закрепляются при входе на завод

- на предприятии имеется несколько безопасных точек сбора, чтобы гарантировать, что по крайней мере одна точка сборки не находится с подветренной стороны от точки выброса фосгена

- система быстрого учета всего персонала в случае аварийной ситуации (эксплуатационного, технического и лабораторного обслуживания, подрядчиков и посетителей)

4.4 Сигнализации должны иметь резервный источник питания (батареи, источник бесперебойного питания, генераторы и т.д.), обеспечивающий работу по крайней мере в течение одного часа после отключения обычного внешнего источника питания.

4.5 Для мониторинга в помещениях постоянного присутствия персонала рекомендуется использовать анализатор фосгена, установленный с точкой отбора пробы в вентиляционном канале подачи свежего воздуха. Если в воздухозаборнике обнаружен фосген, самым безопасным вариантом является автоматическое отключение вентиляции и эвакуация персонала в одну из безопасных точек сбора, п. 4.3.

4.6 Вентиляция анализаторных помещений выполняется по другому контуру, чем вентиляция диспетчерской (операторной) и в том случае, если анализаторная и диспетчерская (операторная) находятся в одном здании.

4.7 Помещение анализаторной должно быть оборудовано на обнаружение фосгена, хлора и низкого содержания кислорода. Снаружи анализаторной выполняется световая и звуковая сигнализация, срабатывающая на отклонение каждого из датчиков в помещении анализаторной, а также срабатывание сигнализации передается в диспетчерскую

5. Концептуальные решения по уничтожению фосгена, санитарные секции, обеспечивающие безопасность.

5.1 Системы уничтожения фосгена должны проектироваться с учетом наихудшего сценария выбросов фосгена: скорости, продолжительности и объемов.

5.2 Системы уничтожения фосгена должна функционировать в любых условиях пока на установке есть фосген.

5.3 Системы уничтожения фосгена располагаются вне защитного кожуха.

5.4 Количество систем уничтожения фосгена определяется расчетом, но в любом случае, основная система дублируется резервной.

5.5 Секция безопасности по уничтожению фосгена имеет три принципиально различные технологические решения:

5.5.1 Нейтрализация фосгена циркулирующим в абсорбере 3-8% водным раствором едкого натра. Концентрация может достигать 10-15%, что увеличивает время работы без замены абсорбента, но критерием концентрации всегда является недопустимость выпадения солей в осадок в абсорбере. Недостатком является большое количество трудно перерабатываемых отходов, как растворы солей хлорида и карбоната натрия.

5.5.2 Гидролиз фосгена водой $\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{CO}_2$ и поглощение выделяющегося хлороводорода циркулирующей соляной кислотой с поэтапным повышением концентрации от 5 до 24%. Аппаратурное оформление сложнее, чем при нейтрализации едким натром, но жидкие отходы отсутствуют и появляется дополнительный продукт – абгазная соляная кислота.

5.5.3 Гидролиз фосгена водой $\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{CO}_2$ в колоннах, заполненных активированным углем и поглощение выделяющегося хлороводорода водой или циркулирующей разбавленной соляной кислотой (эффективность снижается, когда кислотность образующейся соляной кислоты поднимается выше 5%). Аппаратурное оформление сложнее, чем при нейтрализации едким натром, процесс с использованием активированного угля более экзотермический, чем п. 5.5.2, но жидкие отходы отсутствуют. Активированный уголь обладает хорошими свойствами по разложению фосгена, но не стойкий по отношению к хлору и возможному присутствию кислорода воздуха.

5.6 Предпочтительна деминерализованная вода или паровой конденсат, для работы по п. 5.5.1-5.5.3.

5.7 Активированный уголь и насадка колонн могут загрязняться микроводорослями. Это загрязнение может быть сведено к минимуму с помощью периодической пропаркой насадочных колонн.

5.8 Особая проблема может возникнуть, когда на секцию уничтожения фосгена сбрасываются газы от процесса фосгенирования и они содержат изоцианаты, которые вступают в реакцию с водой с образованием высоко растворимых воскообразных полимочевин.

6. Концептуальные решения при эксплуатации установки по производству фосгена обеспечивающие безопасность.

6.1 Все проверки после нового строительства, любой модификации или модернизации производства, а также после ремонтов, а также при изменениях в системе DCS выполняются только собственным эксплуатационным персоналом.

6.2 Основным требованием является разработка безопасных рабочих процедур, как при нормальных, так и при аварийных условиях эксплуатации. Перечень определяется национальными и международными стандартами безопасности, руководством компании, а также опытом и практикой консультантов по работе с фосгеном.

6.3 Эксплуатация установки по производству фосгена, а также ее техническое обслуживание допускается только хорошо обученными и опытными специалистами.

6.4 Повышение квалификации и тренинг должны стать обычной практикой для эксплуатационного персонала и персонала по техническому обслуживанию.

6.5 Посетители предприятия должны быть проинструктированы по общему плану оповещения фосгеновой опасности и об основных характеристиках фосгена. Это может быть достигнуто с помощью видеозаписи по технике безопасности и одновременного инструктажа по технике безопасности. Из числа работников предприятия назначается сопровождающий постоянно находящийся с посетителями.

6.6 Для работы с фосгеном, дифосгеном или трифосгеном в лаборатории предприятия назначается персонал, имеющий подготовку не менее 2,5 лет. Инструктор по обучению должен иметь большой опыт работы в лаборатории и экспертные знания в области обращения с очень токсичными соединениями.

6.7 Персонал, отбирающий пробы, согласно плана аналитического контроля (рутинный пробоотбор) должен иметь при себе средства индивидуальной защиты, а на месте профотбора должна быть организована вентиляция, подключённая к общей системе уничтожения фосгена.

6.8 Автономные станции отбора проб с пробоотборниками фиксированного объема считаются оптимальными для особоопасных веществ.

6.9 Пробоотборники с жидким фосгеном транспортируют на льду и в соответствующей вторичной упаковке. Пробы фосгена ни в коем случае нельзя перевозить в автомобиле с закрытой кабиной.

6.10 Весь процесс профотбора и перевозки проб от установки до лаборатории и приемка проб в лабораторию должен иметь письменные инструкции.

6.11 Любая проба, которой нет в плане аналитического контроля (рутинный пробоотбор) считается нестандартной. Любой нестандартный пробоотбор оформляется письменной процедурой, которая была рассмотрена и одобрена в целях безопасности.

6.12 При отборе проб фосгена из газовых потоков обычно используются баллоны из нержавеющей стали, а метод отбора проб разработан таким образом, чтобы предотвратить выделение фосгена. Лучшее решение это онлайн-анализа с подачей по стационарным трубкам до анализатора, расположенного рядом с местом профотбора.

6.13 Отборы проб жидкого (сконденсированного) фосгена должны быть сведены к минимуму, аналогичное правило действует и при отборе проб фосгена в растворителях, например, в хлорбензоле. Лучшее решение это онлайн-анализа с подачей по стационарным трубкам до анализатора, расположенного рядом с местом профотбора.

6.14 Проверки оборудования, находящегося в эксплуатации, регулируются кодексами, стандартами, правилами, нормативными актами и специфическими требованиями компании. Интервалы проверки, определяются местными правилами, но могут быть скорректированы и более жесткими требованиями компании.

6.15 Проверки оборудования разделяются на временные, т.е. проводимые по графику и рисковые, которые проводятся с привлечением опытных экспертов, имеющих значительный опыт и практики по работе с фосгеном.

Детализация Раздела 6. «Концептуальные решения при эксплуатации установки по производству фосгена обеспечивающие безопасность» составляет более сотни страниц, что конечно же не является целью нынешнего консультационного отчета.