



Специальность: 161 (05.17.07). УДК 662.74.628.5.658.3

## ВОЗМОЖНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

© Т.Ф. Трембач<sup>1</sup>, М.В. Мезенцева<sup>2</sup>, И.А. Радычук<sup>3</sup>, П.П. Карножицкий<sup>4</sup>

Государственное предприятие «Государственный институт по проектированию предприятий коксохимической промышленности» (ПП «ГППРОКОКС»), 61002, г. Харьков, ул. Сумская, 60, Украина

<sup>1</sup>Трембач Татьяна Федоровна, начальник отдела защиты окружающей среды (ОЗОС), e-mail: [ozos@giprokok.com](mailto:ozos@giprokok.com)

<sup>2</sup>Мезенцева Маргарита Витальевна, начальник группы ОЗОС

<sup>3</sup>Радычук Ирина Александровна, инженер 2 категории ОЗОС

<sup>4</sup>Карножицкий Павел Павлович, инженер ОЗОС

В работе приведены краткое описание и анализ объектов коксохимического производства с целью определения потенциальных аварийных ситуаций на предприятии, а также их воздействие на окружающую природную среду. Приведены определения понятий «аварийная ситуация» и «авария». Оценена актуальность потенциальных аварийных ситуаций и их воздействий на окружающую природную среду и здоровье человека.

Причины возникновения аварийных ситуаций разделены на следующие группы: технические, организационные, действие внешних факторов.

Изучены сценарии развития аварий с оценкой их последствий. Приведена характеристика загрязняющих веществ, поступающих в окружающую природную среду при аварийных ситуациях на коксохимических предприятиях.

Выявлены вероятность и условия, при которых возможно возникновение аварийных ситуаций и аварий, исходя из особенностей эксплуатации как отдельного оборудования, так и технологических установок в целом с учетом взрыво- и пожароопасных свойств веществ, которые имеют место в процессе производства. Представлен алгоритм поэтапного выполнения оценки воздействия аварийных выбросов на окружающую среду с учетом особенностей оборудования и технологических установок.

Все мероприятия по ликвидации или минимизации аварийных ситуаций на КХП выполняются с учетом материалов разработанного на предприятии «Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПЛАС)».

Ключевые слова: коксохимическое производство, аварийные ситуации, аварии, выбросы, загрязняющие вещества, атмосферный воздух, окружающая среда, оборудование, технологии.

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-3-36-42

\*\*\*\*\*

\* Автор для корреспонденции

**К**оксохимическое производство (КХП) представляет собой комплекс сложных технологических процессов [1]. В соответствии с классификацией промышленных объектов и производств в зависимости от величины воздействия на окружающую среду КХП относится к объектам, которые представляют повышенную технико-экологическую опасность [2]. Эксплуатация такого рода объектов допускает возможность возникновения аварийных ситуаций и аварий.

В разделе «Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС), выполняемом в составе проектной документации [3], проводят оценку возможности возникновения и развития аварийных ситуаций на производстве [4].

Под аварийной ситуацией понимают еще не перешедшее в аварию состояние потенциально опасного объекта, характеризующееся нарушением пределов и/или условий безопасной эксплуатации, при котором все неблагоприятные воздействия источников опасности на персонал, население и окружающую природную средудерживаются в приемлемых пределах при помощи соответствующих технических средств, предусмотренных проектом [5].

Аварией называют опасное происшествие техногенного характера, ставшее причиной поражения, травмирования персонала и населения либо создает на отдельной территории или территории субъекта хозяйственной деятельности угрозу жизни или здоровью населения, приводит к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспорта, нарушениям производственного или транспортного процессов либо вызывает сверхнормативные и аварийные выбросы загрязняющих веществ и прочее вредное воздействие на окружающую среду [6].

Причины возникновения аварийных ситуаций могут быть условно объединены в следующие группы: технические, организационные, действие внешних факторов.

#### Технические причины возникновения аварийных ситуаций

– Выход технологических параметров за критические значения, приводящих к нарушению нормального режима работы оборудования и, тем самым, к созданию аварийной ситуации.

– Прекращение подачи энергоресурсов (электроэнергии, природного газа, воздуха и т.д.). Прекращение подачи электроэнергии к насосам и системам автоматического управления может привести к их остановке или отказу и, как следствие, к нарушению нормального режима операций, связанных с наполнением или опорожнением емкостного оборудования. В результате могут сформироваться условия для возникновения аварий (протечки, пожар, разливы, загрязнения атмос-

феры цеха и воздушного бассейна в районе предприятия).

– Коррозия и эрозия оборудования и трубопроводов могут стать причиной частичной их разгерметизации. Анализ аварий на коксохимических предприятиях показал, что коррозионные разрушения при достаточной прочности конструкций и оборудования, трубопроводов чаще всего имеют локальный характер. Несвоевременная локализация коррозионного разрушения может послужить источником цепного развития аварийной ситуации.

– Физический износ, механическое повреждение оборудования, арматуры, деформация оборудования могут привести как к частичному, так и к полному разрушению технологического оборудования, трубопроводов, цеховых конструкций и агрегатов.

#### Организационные причины возникновения аварийных ситуаций

Самыми распространенными ошибками при ведении технологического процесса являются:

- несоблюдение требований инструкций по охране труда;
- недостаточный контроль состояния оборудования и технологических трубопроводов;
- работа на поврежденном оборудовании или при отключенных контрольно-измерительных приборах и автоматах и системы противоаварийной защиты;
- проведение ремонтных работ на работающем оборудовании и т.п.

Выполнение ремонтных работ в неполном объеме или некачественно может привести к возникновению аварийных ситуаций при дальнейшей эксплуатации установок.

Вышеперечисленные ситуации и неправильные действия персонала могут создать опасность возникновения аварий.

Действия природных явлений также могут быть причиной аварий и аварийных ситуаций. В результате стихийных бедствий (ураганы, шквалы, наводнения, землетрясения, перемещения грунтов и т.д.) на территории предприятия могут быть разрушены и выведены из эксплуатации здания, сооружения и т.п.

Аномально низкие температуры приводят к температурным деформациям и при наличии коррозии металла могут привести к разрушению оборудования и утечке опасных веществ в окружающую природную среду. Высокая температура воздуха (40 °C и выше), грозовые разряды повышают вероятность пожаров.

К действию внешних факторов относятся также диверсии и террористические акты.

Все вышеперечисленные факторы могут привести к разгерметизации оборудования и трубопроводов и



стать причиной возникновения аварийных ситуаций на предприятии.

Соблюдение правил технической, пожарной безопасности, охраны труда, постоянное наблюдение и контроль технологического процесса производства, своевременное применение противодействующих, стабилизирующих или предотвращающих мероприятий дают возможность свести воздействие вероятных аварийных ситуаций на окружающую среду до минимального уровня или вовсе избежать их.

При аварийных ситуациях на коксохимическом производстве в атмосфере поступают характерные загрязняющие вещества, которые по степени воздействия на окружающую среду относятся к 1-3 классам опасности: высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные соответственно. К ним относятся:

– коксовый газ, состоящий из водорода, метана, углерода оксид, азота, непредельных углеводородов, диоксида углерода и примесей: аммиака, цианистого

водорода, сероводорода, бензола, нафталина ( $C_{10}H_8$ ) и др.;

– продукты сгорания коксового газа (оксиды азота, диоксид серы, углерода оксид и диоксид);

– циркулирующий газ (водород, метан, углерода оксид, азот, диоксид углерода, кислород);

– другие вещества (пыль, фреон и т.д.).

По степени воздействия на окружающую среду возможные аварийные ситуации на КХП можно условно разделить на:

а) аварийные ситуации с выбросом загрязняющих веществ;

б) аварийные ситуации, при которых выбросы загрязняющих веществ отсутствуют.

Рассмотренные аварийные ситуации упорядочены согласно технологическим процессам, выполняемым на коксохимическом предприятии, и представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Потенциальные аварийные ситуации на коксохимическом производстве**

№	Аварийные ситуации	Причины возникновения
1. Гараж размораживания углей		
1.1	Выделение коксового газа в топочном помещении гаража размораживания с воспламенением газа.	Выход из строя запорной арматуры на горелках, разрушение коллектора коксового газа
2. Газосборники и стояки коксовых печей		
2.1	Прекращение отсоса сырого коксового газа из газосборника нагнетателем цеха улавливания.	1. Неисправность регуляторов отсоса коксового газа в машинном зале цеха улавливания или регуляторов давления газа в газосборнике. 2. Прекращение подачи электроэнергии в машинный зал (остановка нагнетателей).
2.2	Прекращение подачи надсмольной воды на орошение сырого коксового газа в стояках и газосборниках.	1. Коррозионный износ водовода надсмольной воды. 2. Остановка насосов подачи надсмольной воды в цехе улавливания из-за прекращения подачи электроэнергии. 3. Обрыв «щечек» на задвижках подачи надсмольной воды на орошение газосборников. 4. Прекращение подачи электроэнергии
3. Обогрев коксовых батарей		
3.1	Остановка обогрева коксовых батарей обратным коксовым газом	1. Снижение давления отопительного газа в распределительных газопроводах ниже 500 Па. 2. Обрыв кантовочной ветви или повреждение кантовочного устройства. 3. Повреждение газопроводов. 4. Внезапное прекращение тяги в боровах.
3.2	Бурение печей (тугой ход коксового пирога при выдаче).	1. Нарушение регламента подготовки угольной шихты. 2. Наличие дефектов кладки в камере коксования. 3. Нарушение режима обогрева.
4. Установка беспылевой выдачи кокса (УБВК)		
4.1	Остановка дымососа на УБВК.	Внезапное прекращение подачи электроэнергии от основного источника или поломка дымососа УБВК

Продолжение таблицы 1

5. Установка сухого тушения кокса (УСТК)		
5.1	Сброс в атмосферный воздух циркулирующего газа через аварийную свечу.	1. Выход из строя рабочего дымососа и отсутствие резервного. 2. Авария на оборудовании камерной и котельной частей, электрической части и АСУ.
6. Газопровод коксового газа		
6.1	Разрушение газопровода коксового газа и выброс коксового газа в атмосферный воздух.	1. Физический или коррозионный износ. 2. Воздействие внешних факторов.
6.2	Разрушение газопровода коксового газа, подсос воздуха, загорание и взрыв смеси коксового газа с воздухом.	1. Физический или коррозионный износ. 2. Воздействие внешних факторов.
7. Конденсатоотводчик		
7.1	Выделение коксового газа через конденсатоотводчик	1. Снижение уровня жидкости в конденсатоотводчике при испарении конденсата газа. 2. Повышение давления коксового газа, которое ведет к выходу газа через жидкость конденсатоотводчика в атмосферный воздух.
8. Механизированные осветлители		
8.1	Остановка работы насосов подачи надсмольной воды на газосборник	Прекращение подачи электроэнергии в насосную конденсации.
8.2	Внезапное падение уровня надсмольной воды в промежуточных резервуарах.	Разрыв трубопровода отвода надсмольной воды из механизированных осветлителей.
8.3	Разрыв трубопровода подачи надсмольной воды на орошение газосборников.	1. Физический или коррозионный износ трубопровода. 2. Воздействие внешних факторов.
9. Сульфатная установка		
9.1	Выделение коксового газа через конденсатоотводчик до и после сатуратора.	1. Снижение уровня жидкости в конденсатоотводчике при испарении конденсата газа. 2. Повышение давления коксового газа, которое ведет к выходу газа через жидкость конденсатоотводчика.
9.2	Выброс коксового газа через гидрозатвор кастрюли обратных токов.	Повышение давления коксового газа в технологической сети.
9.3	Выброс коксового газа через гидрозатвор циркуляционной кастрюли.	Значительное повышение давления коксового газа в технологической сети приводит к выбросу коксового газа в атмосферный воздух через гидрозатвор циркуляционной кастрюли, предназначенный для поддержания постоянного уровня маточного раствора в сатураторе.
9.4	Поломка или разрушение одного из аппаратов сульфатной установки (сатуратора, кристаллоприемника, центрифуги) или насоса.	1. Физический или коррозионный износ. 2. Воздействие внешних факторов.
9.5	Остановка работы оборудования (насосов, центрифуг)	Прекращение подачи электроэнергии в сульфатное отделение.
9.6	Пролив серной кислоты	Переполнение сборников серной кислоты,
9.7	Течь сборника серной кислоты	1. Физический или коррозионный износ. 2. Воздействие внешних факторов.

Продолжение таблицы 1

10. Склад сульфата аммония		
10.1	Тушение и отрыв факела в топке сушильного агрегата при сушке сульфата аммония продуктами горения коксово го газа.	Выход параметров газа за критические значения, что приводит к резкому увеличению скорости выхода газа из сопла горелки.
10.2	Остановка конвейера, принимающего сульфат аммония от центрифуг.	1. Отключение электроэнергии. 2. Механическое повреждение конвейерной ленты. 3. Поломка привода.
11. Конечное охлаждение коксового газа и улавливание бензола		
11.1	Пролив технологических продуктов (циркулирующей воды, поглотительного масла и др.)	1. Нарушение герметичности емкостного оборудования. 2. Физический или коррозионный износ. 3. Переполнение емкостей. 4. Неисправность контрольно-измерительных приборов.
11.2	Остановка работы оборудования.	Прекращение подачи электроэнергии в отделение.
12. Отделение дистillationи бензола, трубчатая печь		
12.1	Пролив поглотительного масла из емкостного оборудования отделения дистillationи бензола.	1. Нарушение герметичности оборудования 2. Переполнение емкостей. 3. Неисправность контрольно-измерительных приборов и автоматики. 4. Физический износ (прогорание) труб змеевика в трубчатой печи.
12.2	Падение давления коксового газа в газопроводе ниже 500 Па.	Разрыв газопровода, подающего газ на трубчатую печь.
12.3	Остановка работы отделения.	Прекращение подачи электроэнергии в отделение.
13. Биохимическая установка (БХУ)		
13.1	Гибель культур микроорганизмов, нарушение работы биохимической установки.	Поступление на биохимическую очистку некондиционных сточных вод в результате потери продуктов производства (аммиака, нафталина, бензола, поглотительного масла и других веществ) со сточными водами при различных производственных нарушениях.
13.2	Гибель культур микроорганизмов из-за прекращения подачи воздуха и ортофосфорной кислоты в реакторы.	Остановка работы воздуходувок вследствие внезапного отключения электроэнергии.
13.3	Переливы из сборников, затопление территории.	Остановка работы насосов вследствие внезапного отключения электроэнергии.
13.4	Утечки фенольной воды, ортофосфорной кислоты, раствора соды из резервуаров.	1.Нарушение антикоррозионной защиты. 2. Некачественная сварка швов. 3. Коррозия металла.
14. Кондиционер вентиляционной системы		
14.1	Утечка фреона в помещение из кондиционера через неплотности системы.	Нарушение целостности какой-либо составляющей системы кондиционирования.

Все мероприятия по ликвидации или минимизации аварийных ситуаций на КХП выполняются с учетом материалов разработанного на предприятии «Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПЛАС)».

Для оценки загрязнения атмосферы при аварийных ситуациях ГП «ГИПРОКРОКС» разработало методику, позволяющую расчетным методом определить качественный и количественный состав аварийных выбросов

загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух. Методика рекомендована для внутреннего пользования и применяется для разработки разделов «Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС)».

В основу расчетов аварийных выбросов характерных для КХП веществ заложены концентрации компонентов коксового газа, циркулирующего газа в УСТК и количество выделяющегося хладоагента систем кондиционирования.

Рассмотренные в статье технические варианты потенциальных аварийных ситуаций с точки зрения загрязнения воздушного бассейна, атмосферы в цехах, нарушения режимов работы оборудования и состояния трубопроводов, позволяют сделать следующие выводы:

1. Основной причиной потенциальных аварийных ситуаций на предприятиях КХП являются неисправность основного технологического оборудования, нарушение режимов его эксплуатации и не зависящие от предприятий внешние факторы, связанные с прекращением подачи энергоносителей, нарушение графиков плановых ремонтов оборудования и трубопроводов.

2. Возможными причинами аварийных ситуаций могут служить:

2.1. Неисправности и выход из строя систем АСУ ТП, приборов КИП и А, отсутствие и/или неисправность основного и резервного оборудования.

2.2. Несоблюдение требований технологических инструкций в основных цехах предприятия.

3. Для оценки степени загрязнения атмосферы при аварийных ситуациях, характерных для КХП, в ГП «ГИПРОКОКС» разработана методика расчета качественного и количественного состава аварийных выбросов, поступающих в атмосферу. Методика рекомендована для внутреннего пользования на предприятиях КХП и применяется для разработки разделов ОВОС предприятий.

#### Библиографический список

1. Лейбович Р.Е. Технология коксохимического производства/ Р.Е. Лейбович, Е.И. Яковleva, А.Б. Филатов. – М.: Металлургия, 1982. – 360 с.

2. Постанова Кабінету Міністрів України №808 від 28.08.2013 р. «Перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищено екологічну небезпеку».

3. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2.3-2014 – [Введено в дію з 2014-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014 р. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).

4. Состав и содержание материалов оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений: ДБН А.2.2.1-2003 – [Введен в действие от 2004-04-01]. – К.: Госстрой Украины, 2004 – 24 с. – (Государственные строительные нормы Украины).

5. Безпечність промислових підприємств. Терміни та визначення: ДСТУ 2156-93 – [Введено в дію з 1995-01-01]. – К.: ДНВК «Київський інститут автоматики», 1993 – 32 с. – (Державний стандарт України)

6. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI // Відомості Верховної Ради (ВВР). – № 34-35, ст.458. – 2013.

Статья поступила в редакцию 20.05.2019

#### POSSIBLE MANUFACTURED EMERGENCY SITUATIONS ON COKE CHEMICAL PRODUCTION

© T.F. Trembach, M.V. Mezentseva, I.A. Radychuk, P.P. Karnozitsky ( SE "GIPROKOKS")

*The paper provides a brief description and analysis of coke-chemical production facilities in order to determine the potential emergencies and accidents at the enterprise, as well as their impact on the environment. The definitions of the concepts "emergency" and "accident" have been given. The relevance of potential emergencies and their impact on the environment and human health is assessed.*

*Causes of emergency situations are divided into the following groups: technical, organizational and external factors.*

*The scenarios of the development of accidents with the assessment of their consequences have been studied. The characteristic of pollutants entering the environment in emergency situations at coke plants have been shown. The probability and conditions under which emergencies and accidents are possible are identified, based on the characteristics of operation of both individual equipment and technological installations as a whole, taking into account the explosion and fire hazard properties of substances that occur during the production process. An algorithm for the phased implementation of the assessment of the impact of accidental emissions on the environment, taking into account the features of equipment and technological installations, is presented. All measures for the elimination or minimization of emergencies are carried out taking into account the materials developed at the enterprise "Plan of measures for localization and liquidation of consequences of accidents".*

**Keywords:** coke production, emergency situations, accidents, emissions, pollutants, air, environment, equipment, technology.



## МОЖЛИВІ ТЕХНОГЕННІ АВАРІЙНІ СИТУАЦІЇ НА КОКСОХІМВИРОБНИЦТВІ

© Т.Ф. Трембач, М.В. Мезенцева, І.А. Радичук, П.П. Карножицький (ДП «ГИПРОКОКС»)

*В роботі наведено короткий опис і аналіз об'єктів коксохімічного виробництва з метою визначення потенційних аварійних ситуацій і аварій на підприємствах, а також їх вплив на навколишнє природне середовище. Наведено визначення понять «аварійна ситуація» і «аварія». Оцінена актуальність потенційних аварійних ситуацій і їх впливів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.*

*Причини виникнення аварійних ситуацій розділені на наступні групи: технічні, організаційні, дія зовнішніх чинників.*

*Вивчені сценарії розвитку аварій з оцінкою їх наслідків. Наведено характеристику забруднюючих речовин, що надходять в навколишнє природне середовище при аварійних ситуаціях на коксохімічних підприємствах.*

*Виявлено ймовірність і умови, при яких можливе виникнення аварійних ситуацій і аварій, віходячи з особливостей експлуатації як окремого обладнання, так і технологічних установок в цілому з урахуванням вибухо- і пожежонебезпечних властивостей речовин, які мають місце в процесі виробництва. Представленій алгоритм поетапного виконання оцінки впливу аварійних викидів на навколишнє середовище з урахуванням особливостей обладнання і технологічних установок.*

*Всі заходи по ліквідації або мінімізації аварійних ситуацій на КХП виконуються з урахуванням матеріалів розроблених на підприємстві «Плану заходів щодо локалізації та ліквідації наслідків аварій».*

**Ключові слова:** коксохімічне виробництво, аварійні ситуації; аварії, викиди, забруднюючі речовини; атмосферне повітря, навколишнє природне середовище, обладнання, технології.

