

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

**Островская Ю.А., Онищенко С.А.**

*Академия гражданской защиты МЧС ДНР*

*В работе рассмотрена актуальная на сегодняшний день тема предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на теплоэлектростанциях, проанализированы возможные причины и последствия аварийных ситуаций на теплоэлектростанциях, рекомендованы мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.*

Важным аспектом устойчивого функционирования и развития промышленного региона является обеспечение энергетической безопасности.

Анализ аварийных событий на ТЭС(теплоэлектростанции) и их последствий за последние десятилетия позволяет оценить частоту аварий с пожаром и выходом из строя одного, двух и более энергоблоков, а также соответствующий ущерб, и использовать полученные данные для оптимизации компоновочных решений с учетом данных событий за весь период эксплуатации станции.

*Последствия аварийных ситуаций вследствие пожара на теплоэлектростанции*

На ТЭС все энергоблоки размещаются в одном здании. Однако, несмотря на удобство данного решения, с точки зрения пожарной безопасности оно несовершенно – при авариях имеется повышенная опасность распространения пожара, и как результат – выход из строя нескольких агрегатов ТЭС

Согласно статистике, порядка 90 % крупных аварий вызваны отказами в работе оборудования и сопровождаются пожаром, 10% являются следствием повреждений строительных конструкций. На долю аварий, произошедших в машинных отделениях, приходится 72 % от общего их числа, в котельных отделениях – 23 % и в кабельных туннелях – около 5 %.

Среди аварийных ситуаций на ТЭС возможны:

-быстро распространяющиеся пожары, взрывы, разрывы трубопроводов, резервуаров, неконтролируемый выброс токсичных (коррозионных) горючих жидкостей;

-вялотекущие изолированные возгорания, прорыв дамбы (золоотвала), наводнение.

Выделяют шесть основных видов взрывоопасных и горючих материалов, которые присутствуют на ТЭС. Основное горючее топливо. Угольная пыль является главным источником взрыва пыли в угольной электростанции. Она вызывает первичный взрыв, когда достаточная концентрация тонкодисперсной пыли, взвешенной в воздухе, подвергается воздействию источника воспламенения. Если происходит первичный взрыв, то остающаяся пыль распыляется, и происходит серия вторичных взрывов, которые распространяются по всему объекту. Используется в качестве пускового топлива. Присутствует в газовых баллонах, трубопроводах, ведущих к горелке зажигания, к камере сгорания, к запорному газовому клапану, к блоку управления газового клапана, к предохранительному газоспускному клапану. Служит пусковым или альтернативным топливом. Газ может присутствовать в газокомпрессорной станции, газоочистительной станции, газовых подогревателях, газовых запорных клапанах и фильтрах, блоке управления газового клапана, предохранительных клапанах газа и в газопроводах. Применяется в качестве пускового или альтернативного топлива. Может присутствовать в резервуарах, в насосных станциях разгрузки и отгрузки топлива, в подпиточных насосах мазута, блоках управления клапанами мазута и гидравлическими системами топлива в горелках. Мазут воспламеняется при нагревании выше его температуры горения. Используется в качестве охлаждающей среды для генератора. Присутствует в блоке хранения водорода, блоке масляного уплотнения, в трубопроводах. Водный раствор аммиака применяется для химических промывок парогенераторов и для селективного/неселективного каталитического восстановления оксидов азота в топках котлов.

Существует три пути, в результате которых электрооборудование становится источником возгорания.

1. Электродуги и искры, возникающие в ходе штатного режима работы оборудования (стартеры, контакты и выключатели).

2. Высокая температура: перегрев оборудования в огнеопасной атмосфере.

3. Выход из строя, например короткое замыкание.

Как правило, ТЭС имеют разнообразное по своему составу топливное хозяйство, куда входят склады угля, торфа, мазута, газовые коммуникации, отделения подготовки топлива к сжига-

нию (дробление угля до пыли, подогрев мазута), котлоагрегаты. Кроме того, имеются маслonaполненное электрооборудование, кабельные сооружения, маслосистемы турбогенераторов, системы водородного охлаждения генераторов, аппаратные маслоснабжения и мазутонасосные, маслобаки, мазутные баки, тракты топливоподачи.

#### *Последствия гидродинамической аварии на ТЭС.*

Гидродинамическая авария – это чрезвычайное происшествие, связанное с выводом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его части и неуправляемым перемещением больших масс воды, несущих разрушения и затопление обширных территорий

#### *Анализ крупных аварийных ситуаций на тепловых электростанциях*

К крупным авариям с пожаром и обрушением строительных конструкций здания главного корпуса, в пределах бывшего СССР, можно отнести следующие:

1. В 1984 году произошла авария на Экибастузской ГРЭС-1 на энергоблоке № 5 и последующий пожар, которые привели к обрушению кровли машинного отделения в 10 пролетах. Выведено из строя 4 энергоблока мощностью по 500 МВт.

2. Вследствие взрыва в системе пылеприготовления в районе энергоблока № 5 на Гусиноозерской ГРЭС - 1990 г (4x200 МВт) обрушилось около 1512 м<sup>2</sup> покрытия и 3500 м<sup>2</sup> стенового ограждения.

3. Пожар на Сырдарьинской ГРЭС в 1990 году по причине отрыва рабочих лопаток последней ступени цилиндра низкого давления турбоагрегата № 7. Остановлено 3 энергоблока станции мощностью по 300 МВт. Полностью разрушен турбоагрегат № 7. Обрушена кровля машинного отделения с 33 по 36 оси, поврежден турбогенератор и вспомогательное оборудование. Ущерб - около 73 млн рублей (в ценах 1990 года).

4. Возникший в результате аварии пожар на Экибастузской ГРЭС в 1990 году, привел к потере устойчивости и обрушению кровли машинного отделения над энергоблоками № 5, № 6 и № 7, обрыву 36 лопаток цилиндра низкого давления турбины энергоблока № 5, к повреждению с последующим разуплотнением подшипников и выводов турбогенератора. Общая мощность вышедших из строя блоков составила 2000 МВт. Прямой ущерб от аварии - около 70 млн рублей (цены 1990 года).

5. Возгорания мазута в районе нижнего яруса горелки котла № 11 на Новокуйбышевской ТЭЦ-2 в 1992 году привели к остановлено 4 турбоагрегатов. Значительно поврежден котел ТГМ-84Б. Обрушены фермы в осях 44-47, подкрановые балки, оголовки колонн, связи по колоннам, стеновые панели в рядах В и Д выше отметки подкрановых путей. Разрушено 80 плит покрытия и перекрытия на отметку +8,000 м по фронту котельного отделения, площадь обрушения кровли составила 800 м<sup>2</sup>. Недостаток по тепловой энергии - 129,9 тыс. Гкал, по электроэнергии - 25632 тыс. кВт ч, ущерб - 168,7 тыс. рублей (в ценах 1992 года).

6. На Каширской ГРЭС-4 в 2002 году усталостная трещина в металле ротора генератора привела к его разрушению. Возникший пожар привел к обрушению 600 м<sup>2</sup> покрытия в машинном отделении станции. Полностью уничтожен энергоблок № 3, из строя выведено 3 блока по 300 МВт каждый. На устранения последствий затрачено около 1 млрд рублей (в ценах 2002 года).

7. Вследствие резкого повышения давления подогревателя высокого давления на блоке № 3 на Экибастузской ГРЭС-1 в 2003 году колпаком разрушена кровля машинного отделения и возник пожар. В результате аварии потеря мощности станцией составила 1500 МВт, энергоблок № 3 полностью выведен из строя.

8. В результате нарушения плотности кольца уплотнения генератора энергоблока № 10 на Рефтинской ГРЭС в 2006 году произошло возгорание масла, которое попало на генератор - возник пожар. Обрушилась кровля в ячейках блоков № 9 и № 10 машинного отделения. Строительные конструкции повредили ряд общих коммуникаций, в результате чего пришлось аварийно остановить блок № 7. Площадь возгорания составила 400 м<sup>2</sup>, продолжительность пожара - 6 ч. Ошибки проекта и изготовления оборудования. Полностью разрушен турбогенератор энергоблока № 10, остановлена вся первая очередь станции. Ущерб - около 237 млн рублей (в ценах 2006 года).

9. Короткое замыкание в машинном отделении на кабеле под турбиной № 7 на ТЭЦ-1 Улан-Удэ в 2008 году привело к ее возгоранию. Огонь перекинулся в маслобаки, где находилось 18 т турбинного масла. Через 1 час после начала пожара произошел взрыв водорода, обрушилась часть кровли машинного отделения. Площадь пожара составляла 1000 м<sup>2</sup>. На локализацию пожара ушло 3 часа. В результате аварии без тепла остались 168 тыс. человек. В городе Улан-Удэ был введен режим ЧС. Полностью уничтожены турбоагрегаты № 7 и № 6. Обрушена кровля

машинного отделения на площади 300 м<sup>2</sup>. Отключены все 7 энергоблоков станции. Ущерб от недоотпуска тепловой энергии составил - 410 млн руб., электроэнергии - 250 млн рублей, полный ущерб от аварии оценивается в 3 млрд рублей (в ценах 2008 года).

10. Пожар на Углегорской ТЭС весной 2013 года, полностью уничтожил первую очередь электростанции. Причиной явилась разгерметизация системы топливоподачи в котельном отделении на участке между бункером угля и мельницей котла. В результате аварии были полностью уничтожены блочные щиты управления, два турбоагрегата, обрушилась вся кровля над машинным отделением. Общий ущерб от аварии составил более 21 млн долл. США (в ценах 2013 года). Погиб 1 человек и пятеро пострадавших было госпитализировано с ожогами различной степени тяжести.

11. Подобные аварии нередки и за рубежом. Из последних - крупная авария 2012 года на ТЭС Woryeong (8x500 МВт) в Южной Корее. Были повреждены турбоагрегаты энергоблоков № 1 и № 2, а также на короткое время остановлены энергоблоки № 3 и № 4. Время простоя энергоблоков № 1 и № 2 составило 1440 часов. Согласно зарубежным оценкам, средний ущерб от аварий с разрушением системы регулирования турбины составляет порядка 20 млн евро на энергоблок (простой блока - около 4-х месяцев). При нарушении целостности системы смазки турбоагрегата - 40 млн евро/энергоблок (простой блока - 9 мес.) .

В результате анализа аварийных ситуаций на теплоэлектростанциях, рассмотрения последствий аварийных ситуаций вследствие пожара, гидродинамической аварии, вследствие воздействия взрывоопасных и горючих материалов на теплоэлектростанциях, возникает необходимость в разработке и обосновании мероприятий по ликвидации на ТЭС.

*Обоснование мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера на теплоэлектростанциях*

1. Специальные требования безопасности к теплоэлектростанциям

Требования распространяются на тепловые сети и присоединенные к ним тепловые пункты, системы сбора и возврата конденсата:

– Термическая безопасность в тепловых сетях обеспечивается ограничением допустимой температуры на поверхности доступных для прикосновения частей оборудования, трубопроводов и сооружений тепловых сетей, а также ограничением досту-

па людей и животных к представляющим термическую опасность для их здоровья частям оборудования, трубопроводов и сооружений тепловых сетей. Тепловые сети должны выдерживать статические и динамические нагрузки, возникающие при их испытаниях и эксплуатации.

– Электрические двигатели и сопряженные с ними механизмы должны быть установлены таким образом, чтобы их работа не вызвала вибрации самой машины, фундамента или частей здания, которая может вызвать их повреждение.

– Механическая прочность тепловых сетей должна быть обеспечена в условиях наиболее низких климатических температур данного региона.

– Планировка поверхности земли на трассе тепловой сети должна исключать попадание поверхностных вод на трубопроводы, создающее угрозу повреждения вследствие коррозии.

– В тепловых сетях должны быть приняты меры к исключению образования взрывоопасных смесей газов.

– В тепловых сетях должна быть предусмотрена система мер, исключающих поступление (или образование) в трубопроводы и оборудование тепловых сетей теплоносителя с параметрами (температура и давление), выходящими за пределы допускаемых значений и представляющими опасность разрушения с воздействием на людей, животных, растения, имущество и окружающую среду.

– Насосы, трубопроводы, оборудование насосных станций и тепловых пунктов, емкости конденсата и горячей воды должны быть заземлены с целью защиты от воздействия статического электричества и молний.

– Для обеспечения сохранности элементов тепловых сетей, создания нормальных условий эксплуатации оборудования, сооружений и трубопроводов тепловых сетей, предотвращения несчастных случаев должны быть предусмотрены при проектировании и соблюдаться при строительстве и эксплуатации тепловых сетей, а также при производстве работ вблизи тепловых сетей охранные зоны вокруг объектов и сооружений тепловых сетей.

– Не допускаются аварийные и технологические сбросы теплоносителя в природные водоемы без дополнительных мер, обеспечивающих безопасность окружающей среды.

– Во всех процессах в тепловых сетях должны быть приняты меры по предупреждению образования недопустимой концентрации в сооружениях тепловых сетей токсичных и

вредных для людей и окружающей среды веществ.

– По всем процессам в тепловых сетях должны быть приняты меры по предупреждению нарушения естественного теплового режима почвенного и растительного покрова, под которым прокладываются трубопроводы тепловых сетей.

– В тепловых сетях должны быть обеспечены условия хранения, использования и утилизации химических реактивов и их растворов, безопасные для людей, окружающей среды и не приводящие к повреждению оборудования, зданий и сооружений.

– В тепловых сетях должны быть предусмотрены меры по предотвращению загазованности производственных помещений, баков, колодцев, каналов и других объектов газообразным топливом и продуктами сгорания топлива, опасными для здоровья или жизни персонала.

– В тепловых сетях и тепловых пунктах должна быть обеспечена защита персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей и радиационных излучений, создаваемых стационарными и переносными приборами с изотопными датчиками.

Мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера на теплоэлектростанции:

2. На каждом энергообъекте эксплуатирующей организацией должна быть разработана инструкция по предупреждению и ликвидации технологических нарушений.

3. Инструкция по предупреждению и ликвидации технологических нарушений должна содержать перечень конкретных действий персонала при ликвидации типичных технологических нарушений применительно к оборудованию данного энергообъекта.

4. В должностных инструкциях для каждой должности указываются конкретные разделы и пункты инструкции по предупреждению и ликвидации технологических нарушений, требования которых подлежат выполнению лицом, занимающим эту должность.

5. В соответствующих пунктах инструкции эксплуатирующей организации по предупреждению и ликвидации технологических нарушений должны быть указаны граничные условия допускаемых режимов.

6. В состав инструкций эксплуатирующей организации по эксплуатации оборудования должны быть включены разделы инструкции по предупреждению и ликвидации технологических нарушений.

7. Каждое технологическое нарушение в работе энергообъ-

ектов подлежит расследованию с определением причин и обстоятельств происшествия.

8. При расследовании должны быть выявлены и описаны все причины возникновения и развития каждого технологического нарушения, его предпосылки.

9. Каждое технологическое нарушение должно быть расследовано специальной комиссией, утвержденной эксплуатирующей организацией.

10. Определение последствий технологических нарушений у потребителя электрической (тепловой) энергии должно производиться с участием представителей потребителя и уполномоченного органа государственного контроля (надзора).

11. Расследование нарушений должно быть начато немедленно и закончено в десятидневный срок.

12. Вскрытие или разборка поврежденного оборудования должна производиться только по разрешению председателя комиссии.

13. При необходимости срок расследования может быть продлен решением уполномоченного органа государственного контроля (надзора) по представлению председателя комиссии, расследующей нарушение.

14. Результаты расследования каждого технологического нарушения оформляются актом расследования.

15. Акт расследования должен быть подписан всеми членами комиссии.

16. Все технологические нарушения в работе оборудования энергообъекта подлежат учету эксплуатирующей организацией.

17. Технологические нарушения, аварии и инциденты подлежат учету в течение всего времени работы энергоустановок с момента окончания их комплексного опробования под нагрузкой и начала использования их в технологическом процессе независимо от даты подписания акта приемки в промышленную эксплуатацию.

18. Повреждения оборудования, линий электропередачи и сооружений, происшедшие в процессе комплексного опробования до ввода и приемки в эксплуатацию или выявленные при плановых ремонтах испытаниях, а так же при осмотрах эксплуатирующим персоналом подлежат особому учету.

*Выводы.* Изучив литературные источники на предмет возможных аварийных ситуаций на теплоэлектростанциях выяснили, что наиболее частые причины аварий вызваны: отказами (неполадками) оборудования; ошибочными действиями персо-

нала; внешними воздействиями природного и техногенного характера; разгерметизацией хранилищ химически опасных веществ. Разработаны мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера на теплоэлектростанции.

УДК 502.58

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ**

**Попова Н.С., Онищенко С.А.**

*Академия гражданской защиты МЧС ДНР*

*В работе рассмотрена актуальная на сегодняшний день тема прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций на металлургическом заводе, проанализированы возможные причины и последствия аварийных ситуаций на металлургическом заводе, рекомендованы мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.*

Идентификация опасностей в процессе производственной деятельности – это процесс обнаружения, выявления и распознавания опасных и вредных производственных факторов, установления их количественных, временных, пространственных и других характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических мероприятий (предупреждающих и корректирующих действий), обеспечивающих безопасность труда.

На этапе идентификации опасностей аварий проводится определение:

- основных источников возникновения экологических инцидентов и аварий, с выделением составных элементов и соответствующих технологических процессов;
- характерных причин возникновения возможных аварий и инцидентов на опасных производственных объектах(ОПО);
- типовых сценариев развития аварий на объектах и (или) составных элементах этих объектов.

Основные результаты идентификации опасностей аварий на ОПО:

- перечень инициирующих и последующих нежелательных событий – всестороннее описание возможных проявлений опасности аварий на ОПО – пред и поставарийных событий, в том числе, характерных инцидентов, и возможных разрушений со-