

Шакенова Ж.Н.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ХЛОРОНОГО ОБЛАКА НА БАЗЕ ПОДСИСТЕМЫ «ХЛОР-КОНТРОЛЬ»

Zh.N. Shakenova

THE METHODS OF FORECASTING THE SPREAD OF CLOUD CHLORINE ON BASE SUBSYSTEM «CHLORINE-CONTROL»

УДК: 004.9

В данной статье рассматривается программная реализация прогнозирования движения хлорного облака при выбросе жидкого хлора в атмосферу.

Ключевые слова: *первичное облако хлора, вторичное облако хлора, подсистема, зона поражения, локальная сеть, глобальная сеть.*

In given article is considered program realization offorecasting of movement of a chloric cloud of liquid chlorine in atmosphere.

Key words: *primary cloud of chlorine, secondary cloud of chlorine, subsystem, zone defeat, local network, global network.*

Введение

Хлораторные станции и хлораторные склады (потенциально опасные объекты) головных очистных сооружений (ГОС) водоснабжения по роду своей деятельности несут огромный риск, вследствие наличия на территории значительного количества токсичного вещества (жидкого хлора). О росте потенциальной угрозы токсичного вещества можно судить по удельной величине смертельной дозы на душу населения, так как величина хлора и других токсичных веществ на сегодня превышает в несколько миллион доз.

Несмотря на постоянное совершенствование технологического процесса обеззараживания воды на очистных сооружениях водоснабжения, увеличивается потенциальная опасность возникновения аварий, так как в процессе эксплуатации, оборудования изнашиваются, теряют свою работоспособность и это приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций, в которых высока вероятность гибели людей или нарушения условий их жизнедеятельности.

Безопасная работа на объектах очистных сооружений водоснабжения зависит от многих факторов [1]:

- природного характера;
- особенности технологического процесса;
- надежности оборудования;
- условия хранения и транспортировки контейнеров с хлором;
- состояние контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- эффективности средств противоаварийной защиты;
- уровня плано-предупредительных работ;
- подготовленности и практических навыков персонала.

Наличие такого количества факторов, от которых зависит безопасность работы на хлораторной станции и хлораторной склада очистных сооружений водоснабжения, делает эту проблему крайне сложной. Изучение и анализ причин аварий, сопровождаемых выбросом токсичного вещества (разгерметизация контейнера с хлором на хлораторном складе в ТОО «Караганды СУ» [2]), свидетельствует о том, что нельзя исключить возможность возникновения чрезвычайных ситуаций, приводящих к поражению производственного персонала и населения, проживающих вблизи работающих потенциально опасных объектов.

В Казахстане, за рубежом и в странах СНГ в настоящее время совершенствуется новое направление работ по автоматизации функций мониторинга за состоянием окружающей среды, потенциально опасных объектов, с целью их контроля, прогноза и охраны.

Структура информационной системы «Контроль ситуаций» головных очистных сооружений водоснабжения

Авария различного вида требует комплексного решения и ее скорейшей ликвидации с минимальными потерями и затратами. При разработке решений, необходимо предусматривать прогнозирование возможности возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Для повышения оперативности предупреждения чрезвычайных ситуаций, обеспечения устойчивости функционирования и мониторинга технологических процессов на контролируемых объектах очистных сооружений водоснабжения, поддержки принятия управленческих решений в процессе устранения аварийных и чрезвычайных ситуаций, предлагается информационная система «Контроль ситуаций».

Система предназначена для сбора, хранения данных, процессов прогнозирования последствий утечки хлора в случае аварии на очистных сооружениях водоснабжения, обнаружения отказа технологического оборудования, его идентификации и передачи информации сменному инженеру или начальнику очистных сооружений, а также для обучения персонала для быстрого реагирования, путем организации тестовых заданий, моделирующих различные аварийные ситуации.

Информационная система «Контроль ситуаций» будет состоять из следующих составляющих:

- подсистема «Администратор ГОС»;
- подсистема «Рабочее место инженера верхнего водозабора» (РМИВВ);
- подсистема «Рабочее место сменного инженера ГОС» (РМСИГОС);
- подсистема «Хлор-контроль»;
- подсистема «Система поддержки принятия решений» (СППР);
- подсистема «Оперативно-дежурная служба» (ОПДС).

Подсистемы «Администратор, РМИВВ, РМСИГОС, Хлор-контроль, СППР» имеют взаимосвязь с банком данных информационной системы «Контроль ситуаций». На рисунке 1 представлена структура информационной системы «Контроль ситуаций».



Рис. 1. Структура информационной системы «Контроль ситуаций»

Рассмотрим подробнее работу подсистемы «Хлор-контроль» информационной системы «Контроль ситуаций».

Автоматизированная система мониторинга и прогнозирования на базе подсистемы «Хлор-контроль»

Для прогнозирования движения хлорного облака, заносятся исходные данные (рисунок 2) [3]:

- вещество (хлор - изотермическое хранение);
- агрегатное состояние (жидкое);

Исходные данные для прогноза.

Вещество:

Агрегатное состояние:

Характер разлива:

Высота поддона (обваловки): м.

Количество хлора, выброшенного в атмосферу: т.

Расстояние до населения: м.

Температура воздуха: °C

Скорость ветра: м/с

Время суток:

Облачность:

Исходные данные для прогноза Эквивалентное количество вещества в первичном облаке Продолжительность поражающего действия х. < >

Рис. 2. Исходные данные для прогноза

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке.

$Q_{э1} = K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K7 \cdot Q0$

K1 - коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ: $K1 = \sqrt{0,18}$

K3 - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого Хлора:
 $K3 = \sqrt{1}$

K5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы:
 Скорость ветра = 1 м/с; время суток - Вечер (18-24 ч). Полная
 Степень вертикальной устойчивости воздуха: : $K5 = \sqrt{1}$

K7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха:
 Температура воздуха = 25 °C: $K7 = \sqrt{1}$

$Q_{э1} = 0,18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,09$ т.

Исходные данные для прогноза Эквивалентное количество вещества в первичном облаке Продолжительность поражающего действия х. < >

Рис. 3. Эквивалентное количество вещества в первичном облаке

Продолжительность поражающего действия хлора (рисунок 4).

Продолжительность поражающего действия хлора.

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}$$

где h - толщина слоя; h = м
 d - плотность; d = т/м³;

K2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств; K2 =
 K4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра; K4 =
 K7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха; K7 =

T = часов

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке Продолжительность поражающего действия хлора Эквивалентное количество

Рис. 4. Продолжительность поражающего действия хлора

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке.

$$Q_{s2} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd}$$

где K1 - коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ; K1 =
 K2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств; K2 =
 K3 - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого Хлора; K3 =
 K4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра; K4 =
 K5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы; K5 =
 K6 - коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии;
 K7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха; K7 =

h - толщина слоя; h = м d - плотность; d = т/м³;

Через 1 час после аварии: т.
 Через 2 часа после аварии: т.
 Через 3 часа после аварии: т.
 Через 4 часа после аварии: т.

Продолжительность поражающего действия хлора Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке Глубина зоны заражения

Рис. 5. Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке

После подсчета количества вещества во вторичном облаке, система выдает результаты глубины зоны заражения (рисунки 6-8)

Глубина зоны заражения.

Глубина зоны заражения для первичного облака.

$\Gamma_1 = 0,85 + [(1,25 \cdot 0,85) / (0,1 - 0,05)] \cdot (0,09 - 0,05) = 1,17$ км

Глубина зоны заражения для вторичного облака.

Через 1 час после аварии: $\Gamma_2 = 1,25 + [(3,16 \cdot 1,25) / (0,5 - 0,1)] \cdot (0,27457 - 0,1) = 2,0835$ км

Через 2 часа после аварии: $\Gamma_2 = 1,25 + [(3,16 \cdot 1,25) / (0,5 - 0,1)] \cdot (0,47805 - 0,1) = 3,0552$ км

Через 3 часа после аварии: $\Gamma_2 = 3,16 + [(4,75 \cdot 3,16) / (1 - 0,5)] \cdot (0,66122 \cdot 0,5) = 3,6727$ км

Через 4 часа после аварии: $\Gamma_2 = 3,16 + [(4,75 \cdot 3,16) / (1 - 0,5)] \cdot (0,83233 \cdot 0,5) = 4,2168$ км

Полная глубина зоны заражения.

Через 1 час после аварии: $\Gamma = 2,0835 + 0,5 \cdot 1,17 = 2,6685$ км

Через 2 часа после аварии: $\Gamma = 3,0552 + 0,5 \cdot 1,17 = 3,6402$ км

Через 3 часа после аварии: $\Gamma = 3,6727 + 0,5 \cdot 1,17 = 4,2577$ км

Через 4 часа после аварии: $\Gamma = 4,2168 + 0,5 \cdot 1,17 = 4,8018$ км

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке | Глубина зоны заражения | Разные показатели | Площади зон заражения

Назад Далее

Рис. 6. Глубина зоны заражения

Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс.

$\Gamma_n = N \cdot v$

Через 1 час после аварии: $\Gamma_n = 1 \cdot 6 = 6$ км

Через 2 часа после аварии: $\Gamma_n = 2 \cdot 6 = 12$ км

Через 3 часа после аварии: $\Gamma_n = 3 \cdot 6 = 18$ км

Через 4 часа после аварии: $\Gamma_n = 4 \cdot 6 = 24$ км

Время подхода зараженного воздуха к объекту.

$t = \frac{x}{v} = 0,5 / 6 = 0,083333$ часов = 5 минут

Окончательная расчетная глубина зоны заражения.

Через 1 час после аварии: $\Gamma_n = 6$ км

Через 2 часа после аварии: $\Gamma_n = 12$ км

Через 3 часа после аварии: $\Gamma_n = 18$ км

Через 4 часа после аварии: $\Gamma_n = 24$ км

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке | Глубина зоны заражения | Разные показатели | Площади зон заражения

Назад Далее

Рис. 7. Разные показатели

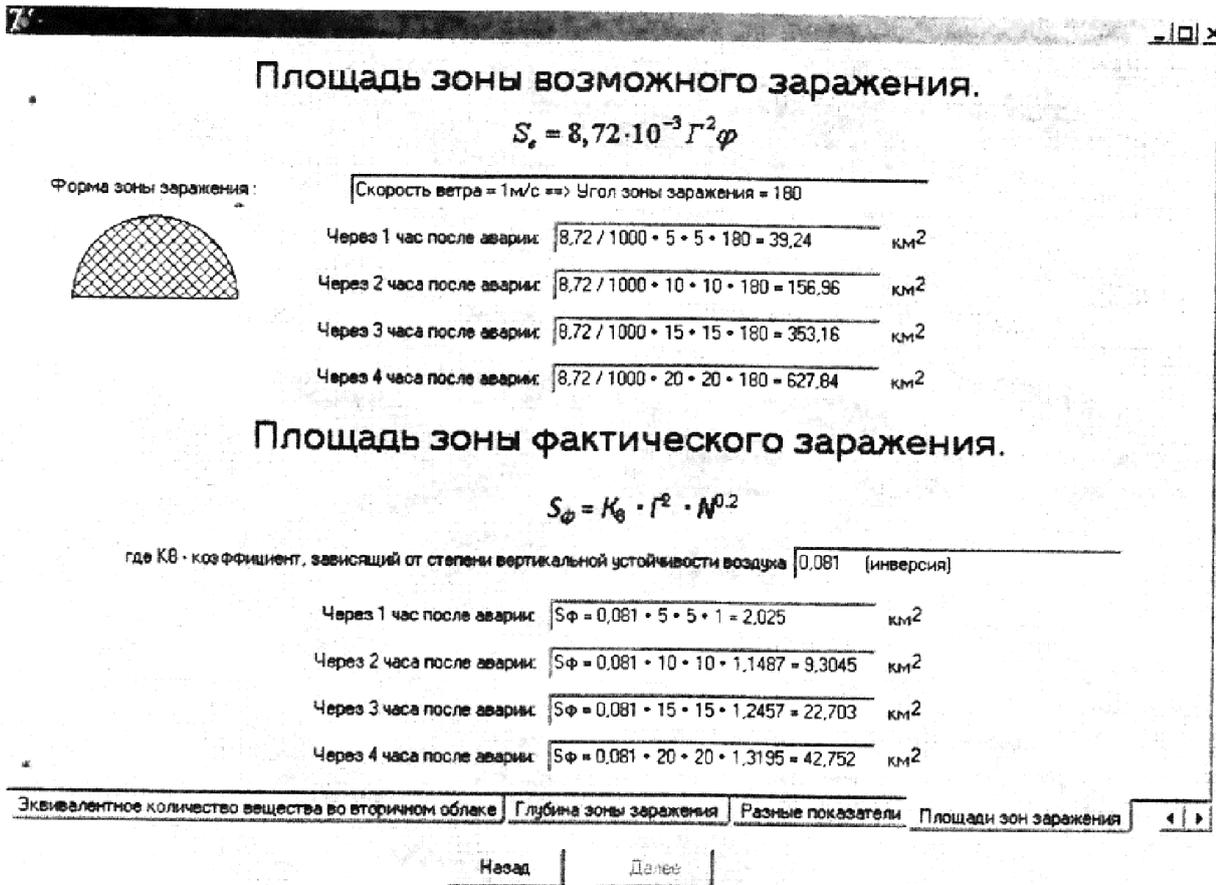


Рис. 8. Площади зоны заражения

По результатам прогнозирования системой, будут приняты оперативные меры по локализации чрезвычайной ситуации на очистных сооружениях водоснабжения.

Выводы

Таким образом, к преимуществам создания автоматизированной системы мониторинга и прогнозирования аварийных и чрезвычайных ситуаций на базе подсистемы «Хлор-контроль» можно отнести следующее:

- повышение эффективности взаимодействия между ГОС (головными очистными сооружениями) и ДЧС города, особенно при возникновении чрезвычайных ситуаций, когда требуется взаимодействие нескольких служб;
- возможность разделения потоков контролируемых сигналов внутри самой системы, то есть ведения гибкой работы по контролю и обработке информации;
- формирование общей базы данных и рациональное использование технических средств;
- связь между объектами ГОС по локальной и глобальной сети;
- контроль параметров предельно допустимой концентрации хлора на потенциально опасных объектах системы водоснабжения;
- обучения персонала для быстрого реагирования при выбросе большого количества хлора в атмосферу.

Основным достоинством данной подсистемы является возможность решить многие практические задачи за короткий промежуток времени, проводить мониторинг и прогнозирование объектов очистных сооружений водоснабжения.

Литература:

1. Соколов Э.М., Панарин В.М. Проблемы обеспечения безопасности при авариях на химических предприятиях// Фундаментальные исследования. - 2004. - № 6 - С. 86-88
2. Материалы на saft Te<http://www.emer.k2/conditions/analvsis/index.php>
3. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорта. - Москва: Госкомгидромет СССР, 1990. - 27 с.

Рецензент: д.т.н., профессор Машеков С.А.