

## Abstract

### Problems of determining dispersity

The survey of utilization methods of definition of dispersion drops in water-gas system are represented. About the conduction of dimensions an appearing problem questions are defined.

УДК 614.841.3:665.6/7

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ПОЖАРОВ НА СКЛАДАХ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кондратович А.А., к.т.н., доцент; Дмитриченко Г.С.

Институт переподготовки и повышения квалификации МЧС Республики Беларусь,  
Светлая Роща Борисовского района Минской области, Республика Беларусь

В Республике Беларусь ежегодно происходит более 10 тыс. пожаров и уничтожается 350 тыс. м<sup>2</sup> строений. Только за последние 10 лет огненная стихия унесла более 7,5 тыс. человек.

В настоящее время в Республике Беларусь функционирует более 1000 взрывопожароопасных объектов. Значительную часть из них составляют объекты хранения топлива. Пожары и взрывы на взрывопожароопасных объектах причиняют значительный материальный ущерб, зачастую вызывают тяжелые травмы и гибель людей. Ущерб от пожаров и взрывов в промышленно развитых странах превышает 1% национального дохода и имеет тенденцию постоянного роста.

Наличие на складах нефтепродуктов топлива предполагает возможность возникновения пожара. Опасность усугубляется тем, что пожары на складах нефтепродуктов сопровождаются интенсивным испарением углеводородного топлива с образованием газопаровоздушных облаков, быстрое сгорание которых может сопровождаться образованием «огненного шара».

Аварии на складах нефтепродуктов могут быть вызваны несколькими причинами. К наиболее вероятным из них, исходя из данных европейских страховых служб, являются разрушение резервуаров, трубопроводов и конструкционных узлов с нефтепродуктами (~ 40 %), а также нарушением правил их эксплуатации (~ 20 %). Ошибки в проектах составляют ~ 5 %, однако они приводят к наибольшему ущербу, как социальному, так и экономическому. При этом под ошибками в проектах понимают не отступления от действующих нормативов, а недостаточное изучение механизмов возникновения и развития аварийных ситуаций. До настоящего времени основное внимание уделялось разработке системы безопасности направленной на то, чтобы полностью исключить, предотвратить или, по крайней мере, локализовать наиболее опасные воздействия, вызванные наихудшим развитием аварийной ситуации (участие в аварии всего горючего вещества, находящегося в установке и т.д.). Поэтому основное внимание было направлено на то, чтобы обезопасить персонал объекта и население именно от такого типа аварий.

Опыт показывает, что и при реализации удачных проектных решений незначительные ошибки при монтаже, отклонениях от расчетных режимов эксплуатации и нарушениях в проведении штатных регламентных работ по диагностике состояния конструкций и обслуживанию приводят к аварийным ситуациям с тяжелыми последствиями. Даже совер-

шенно незначительное случайное событие при определенном стечении обстоятельств может привести к пожару на складах нефтепродуктов.

Особую опасность в последнее время стали вызывать злонамеренные действия людей. Воспламенение облака газопаровоздушной смеси (ГПВС) происходит при наличии источника зажигания, при этом возможен переход от дозвукового дефлаграционного режима с ускоряющимся пламенем к детонационному сверхзвуковому с образованием «огненного шара».

Основными поражающими факторами при пожарах пролива, возникающими при дефлаграционном горении является:

- облучение людей и объектов окружающей среды тепловым излучением высокой интенсивности из зоны горения;
- воздействие на людей и объекты окружающей среды высокотемпературного поля, формирующегося в зонах распространения и поглощения средой теплового излучения, конвективного движения горячих продуктов горения, передачи тепла путем теплопроводности;
- загрязнение воздуха токсичными продуктами горения и обеднение его кислородом до уровней, когда человек не может дышать без средств защиты органов дыхания.

Пожары без взрывов характерны для складов жидкого моторного топлива.

При пожарах без взрыва может быть выделено три зоны: горения, теплового воздействия и задымления. Принимается, что вероятность летального исхода для людей, попадающих в зону горения равна 100 %. Границей зоны горения является поверхность горящего нефтепродукта и тонкий светящийся поверхностный слой пламени, где происходит реакция окисления. Зона теплового воздействия примыкает к границе зоны горения. В этой части пространства протекают процессы теплопередачи, обуславливающие формирование одного из самых опасных поражающих факторов при пожаре - облучение людей и объектов окружающей среды тепловым излучением.

Границами зоны задымления считается концентрация аэродисперсной фазы дыма  $10 \text{ кг}/\text{м}^3$ , видимостью предметов 6-12 м и концентрацией кислорода не менее 16 %.

При пожаре аварийного пролива топлива поражающее (воспламеняющее) действие теплового излучения на различные объекты определяется интенсивностью  $q$  ( $\text{kВт}/\text{м}^2$ ) и дозой  $Q$  ( $\text{кДж}/\text{м}^2$ ), причем их предельные значения регламентированы.

При достаточно больших опасных расстояниях до «огненного шара» и сравнительно малых тепловых импульсах «огненных шаров», длительностью 10-20 с, человек не сможет за такой промежуток времени покинуть опасную зону теплового воздействия. Вследствие этого возможно поражение его тепловым излучением с определенной долей вероятности. Существующая методика расчетов не учитывает убывание интенсивности, действующего на движущийся объект излучения во времени с увеличением дистанции по мере удаления их от «огненного шара», а также не позволяет определить опасные и безопасные расстояния от «огненного шара» до человека.

В ИППК МЧС Республики Беларусь разработаны компьютерные программы *WarmRadiation* и *BurnSpeed*, предназначенные для определения максимальных значений интенсивности и дозы теплового излучения в функции дистанции от центра пожара пролива, а также дозы для подвижного облучаемого объекта в процессе эвакуации с некоторой скоростью. С помощью этих программ можно определить безопасные расстояния для машин и людей при пожарах пролива.

Для пуска программ задают: тип топлива выброса, площадь и массу пролива, начальную дистанцию (расстояние от центра пролива). Для расчета интенсивности теплового излучения и дозы к концу выгорания в зависимости от расстояния неподвижных объектов до центра пролива (пожара) задают шаг квантования дистанции, а для смещающегося объекта - скорость эвакуации. В результате расчета распределения по координате функций  $q(r)$  и  $Q(r)$  программа выдает на экран монитора их значения, а также основные промежуточные величины. При расчете действия теплового излучения на объект в процессе эвакуации про-

грамма выдает зависимости интенсивности излучения и дозы в функции расстояния, возрастающего со временем,  $q[r(t)]$  и  $Q[r(t)]$  до момента полного выгорания топлива.

Таблица 1 - Степень поражения человека от воздействия «огненного шара»

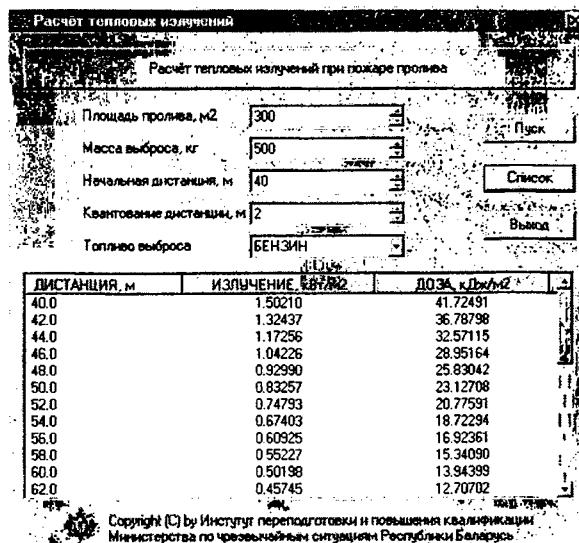
Степени ожогов	Доза теплового излучения, Дж/м <sup>2</sup>
Ожог 1-й степени	$1,2 \cdot 10^5$
Ожог 2-й степени	$2,2 \cdot 10^5$
Ожог 3-й степени	$3,2 \cdot 10^5$

Ниже приведены интерфейсы программ BurnSpeed с расчетом накопления тепловой дозы при эвакуации человека с заданной скоростью от пожаров пролива и WarmRadiation с расчетом распределения интенсивности теплового излучения и дозы по координате неподвижных объектов к моменту полного выгорания топлива. Пример дан для расчета распределений  $q(r)$  и  $Q(r)$  при выбросе 500 кг бензина на площади пролива 300 м<sup>2</sup> и для объекта в процессе эвакуации со скоростью 3 м/с.

Анализируя расчеты, приведенные в окнах программ, сравнивая с данными таблицы 1, можно построить диаграмму (рисунок 3) зон поражения «огненным шаром», что даст возможность рассчитать опасные расстояния при пожаре аварийного пролива топлива. Несколько более сложным этапом проектирования системы безопасности складов нефтепродуктов является выбор эффективных способов защиты от опасных факторов. Основным видом защиты, реально применяемым и регламентированным, является инженерная защита. Ее задачей является предотвращение развития аварийных ситуаций в аварии либо ограничение последствий аварии. Механизм ее реализации чаще всего основан на принципах предотвращения возникновения и прерывания (подавления) аварийного процесса или формирующегося опасного фактора.

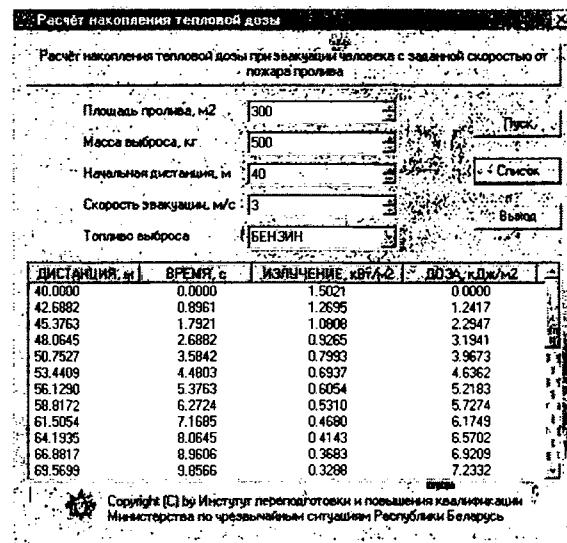
Инженерная защита подразделяется на два вида: пассивную и активную.

Пассивная, или жесткая, защита основана на создании физических барьеров на пути распространения аварийных факторов к критически важным с точки зрения безопасности узлам, а также на пути выхода из объекта и распространения поражающих факторов.



Copyright (C) by Институт переподготовки и повышения квалификации

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь



Copyright (C) by Институт переподготовки и повышения квалификации

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Рисунок 1 – Окно программы WarmRadiation с расчетом распределения интенсивности теплового излучения и дозы по координате неподвижных объектов к моменту полного выгорания топлива

Рисунок 2 – Окно программы BurnSpeed с расчетом накопления тепловой дозы при эвакуации человека с заданной скоростью от пожаров пролива

Преодоление этих барьеров требует затраты большого количества энергии. К пассивной защите, в первую очередь, относятся: нормирование минимальных расстояний между отдельными узлами или объектами, устройство противопожарных или противовзрывных преград, использование резервуаров с двойными стенками и т.д. Активная защита включает чувствительные элементы, следящие за состоянием объекта и фиксирующие возможность возникновения аварийной ситуации, а также системы, препятствующие развитию аварийной ситуации в аварию или снижающие ее последствия. Системы активной защиты в случае аварии способны взять на себя выполнение отдельных функций в течение некоторого времени либо предотвратить развитие аварии. К активной защите относят: системы контроля герметичности резервуаров, предохранительные устройства (мембранные и клапаны), первичные средства пожаротушения, автоматическую пожарную сигнализацию и автоматические установки пожаротушения.

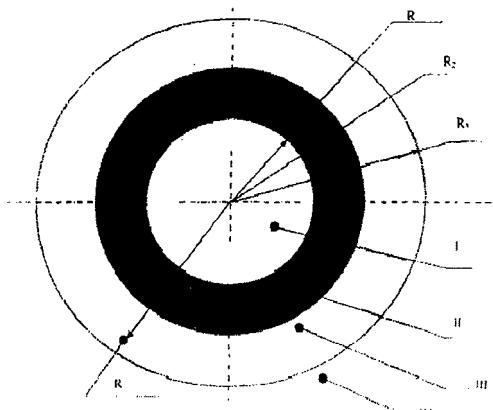


Рисунок 3 – Зоны поражения опасными факторами «огненного шара»:

- I – смертельная доза, II – граница ожогов третьей степени;  
III – ожоги второй и первой степени; IV – безопасная зона

Таким образом, из выше изложенного можно определить следующие основные предложения по предупреждению пожаров на складах нефтепродуктов объектов сельскохозяйственного производства.

**Первое** – в зависимости от вида топлива, его количества безопасные расстояния для людей и техники в случае пожара можно определить по программам на любом компьютере (в настоящее время каждый объект сельскохозяйственного производства оснащен компьютерами).

**Второе** – содержание территории складов необходимо проводить в следующим образом:

1. На складах нефтепродуктов, расположенных вне населенных пунктов, допускается устраивать подземные хранилища для легковоспламеняющихся жидкостей емкостью не более 12 м<sup>3</sup> или горючих жидкостей емкостью не более 60 м<sup>3</sup> с применением сгораемых конструкций при условии засыпки покрытий этих хранилищ слоем утрамбованной земли толщиной не менее 0,2 м и устройства несгораемых полов.

2. Открытые склады легковоспламеняющихся и горючих жидкостей следует размещать на площадках с более низкими отметками по сравнению с отметками соседних производственных построек и населенных пунктов. Площадки должны иметь ограждения (обвалование), препятствующие растеканию жидкостей в случае аварии.

Наружная поверхность резервуара и трубопроводов должна быть окрашена в светлый цвет.

3. При размещении складов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, насосных, раздаточных и подсобных помещений в одном здании эти помещения должны быть изолированы друг от друга.

4. На территории складов запрещается:

- курение, а также применение открытого огня для освещения и отогревания замерзших или застывших нефтепродуктов, частей арматуры, трубопроводов и т. л. (их следует отогревать паром, горячей водой или нагретым песком);

- пользование инструментом и приспособлениями из металлов, дающих искры при ударе;

- въезд автомобилей, тракторов и других машин, не оборудованных искрогасителями и средствами пожаротушения;

- эксплуатировать раздаточные краны с подтеканием нефтепродукта.

5. В хранилищах затаренных нефтепродуктов укладка бочек должна производиться осторожно, пробками вверх, нельзя допускать ударов бочек друг о друга. Запрещается производить розлив нефтепродуктов, хранить укупорочный материал и тару непосредственно в хранилище.

6. Территория складов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей должна содержаться и чистоте, очищаться от разлитых жидкостей и горючего мусора.

7. Земляное обвалование и ограждающие устройства резервуаров должны находиться всегда в исправном состоянии.

В процессе эксплуатации резервуаров необходимо осуществлять постоянный контроль за исправностью дыхательных клапанов и огнепреградителей.

Запрещается эксплуатация резервуаров с неисправными дыхательными клапанами и огнепреградителями, без бензостойких прокладок в люках и местах присоединения трубопроводов, неисправных сливоналивных и запорных устройствах.

8. При осмотре резервуаров, отборе проб или замере уровня жидкости следует применять приспособления, исключающие искрообразование при ударах. Обувь у обслуживающего персонала должна быть без железных гвоздей и подковок, а одежда - из тканей, не накапливающих заряды статического электричества.

9. В целях надежной защиты резервуаров от прямых ударов молнии и разрядов статического электричества они должны быть оборудованы исправными молниеводами и заземляющими устройствами (один раз в год - летом - при сухой почве проверяются на омическое сопротивление).

10. Ремонт резервуаров разрешается производить только после полного освобождения их от жидкости, отсоединения трубопроводов, тщательной пропарки и промывки и анализа проб воздуха из емкостей на отсутствие взрывоопасной концентрации.

11. Заправка топливом автомобилей, тракторов и других машин должна производиться из заправочных колонок. Пролитые при заправке жидкости должны убираться, а места разлива засыпаться песком, либо землей. Раздаточные краны для нефтепродуктов должны иметь исправное защитное заземление.

12. Для местного освещения во время заправочных работ необходимо применять только взрывобезопасные аккумуляторные фонари.

13. В полевых условиях нефтепродукты должны храниться на специальных площадках, очищенных от сухой травы, горючего мусора и опаханных полосой шириной не менее 4 м, или на пахоте на расстоянии не менее 100 м от токов, стогов сена и соломы, хлебных массивов и не менее 50 м от всякого рода строений.

**Третье – Нефтепродукты** относятся к 3 классу опасных грузов. Их необходимо перевозить в автоцистернах прицепных цистернах и других емкостях, специально выпускаемых промышленностью для этих целей в соответствии с Правилами перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Беларусь, утвержденными Постановлением МЧС Республики Беларусь от 08.11.2004 года №38. Запрещается эксплуатация автоцистерн и другой автозаправочной техники без устройств для отвода статического электричества и наличия средств пожаротушения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ППБ 04 – 76. Общесоюзные правила пожарной безопасности для объектов сельскохозяйственного производства. М.: 1976. – 70 с.
2. ППБ РБ 1.01 – 94. Общие правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий. Мн.: 1994. – 40 с.
3. ППБ 2.11 – 2001. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов хранения, транспортирования и отпуска нефтепродуктов. Мн.: 2001. – 70 с.
4. Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности. НПБ 5-2005. Мн.: НИИ ПБ и ЧС, 2006. 42-с.
5. ГОСТ Р 12.3.047 – 98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. М.: Госстандарт России, 1999. – 85 с.
6. Грушевский Б.В., Котов Н.Л., Сидорук В.И., Токарев В.Г., Шурин Е.Т. Пожарная профилактика в строительстве. М.: Стройиздат, 1989. – 368с.
7. Невдах Д.А., Куделевич Ю.А. Современные подходы к оценке и анализу пожарной опасности на примере автозаправочной станции. Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. Выпуск №6 (16). Мн.: НИИ ПБ ЧС, 2004. – 82. с.
8. Таубкин С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы. М.: ВНИИПО, 1999. – 600 с.
9. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Беларусь, утвержденными Постановлением МЧС Республики Беларусь от 08.11.2004 года №38.

## Аннотация

### **Предложения по предупреждению пожаров на складах нефтепродуктов объектов сельскохозяйственного производства**

В статье дается характеристика возможных аварий на складах нефтепродуктов и предлагаются мероприятия по их предупреждению.

## Abstract

### **Proposals for the prevention of fires in warehouses of oil facilities in agricultural production**

In article the characteristic of possible failures in warehouses of mineral oil is given and actions for their prevention are offered.

УДК 631.95

## **О СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Основин В.Н., к.т.н., доцент; Основина Л.Г., к.т.н., доцент; Мацкевич С.В.**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В Республике Беларусь насчитывается 96 животноводческих комплексов по выращиванию и откорму крупного рогатого скота, 106 свиноводческих комплексов и 62 птицефабрики [1]. Анализ территориального размещения животноводческих комплексов показывает,