

«Решение обратных задач определения индивидуальных пожарных рисков в программе «ТОКСИ+^{Risk}»»

Хухорова Л.А.

Студентка СПГГУ, горный факультет

Техногенные чрезвычайные ситуации – одна из главных угроз XXI века. Из самых разрушительных и распространенных таких угроз – пожары. За 2010 год, по данным МЧС, произошло 179 тыс. 98 пожаров при которых погибло свыше 12 тыс. 983 человека. На пожарах получили травмы 13 тыс. 67 человек. Подразделениями ГПС спасено 84 тыс. 548 человек и материальных ценностей на сумму более 44,6 млрд. рублей.

Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Одной из задач обеспечения пожарной безопасности производства является степень снижения пожарного риска.

В настоящее время вопросу прогноза и оценки пожарного риска уделяется должное внимание, как при разработке новых нормативных документов, так и специального программного обеспечения.

Методики и созданные на их основе комплексы по оценке риска – одно из направлений совершенствования практических работ по декларированию промышленной и пожарной безопасности. В то же время отдельные аспекты оценки риска, в частности, при проектировании и эксплуатации производственных зданий, остаются открытыми. Главным образом, это касается влияния индивидуального пожарного риска на проектные решения.

Риск гибели людей при пожарах на производственных объектах характеризуют числовые значения индивидуального и социального пожарных рисков. Индивидуальный пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара, и его определяют как частоту воздействия опасных факторов пожара на человека в течение года. Социальный пожарный риск – степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара.

Пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Допустимый пожарный риск - пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий. Значение допустимого пожарного риска равно 10^{-6} , в России же значение индивидуального пожарного риска равно $2,07 \cdot 10^{-4}$, что на два порядка выше допустимого значения. Сравнивая пожарный риск в России с риском в таких странах как США ($4,4 \cdot 10^{-5}$), Великобритания и Франция ($6,8 \cdot 10^{-5}$) можно сделать вывод о том, что есть необходимость в его снижении.

Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Определение расчетных величин пожарного риска на объекте осуществляется на основании:

- а) анализа пожарной опасности объекта;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;

- в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.

Оценка пожарного риска предполагает определение значений поля потенциального риска в i -ой области территории объекта

$$P(i) = \sum_{j=1}^N Q_{Пj}(i)Q_j,$$

где N – число возможных сценариев возникновения аварийной ситуации; $Q_{Пj}(i)$ - условная вероятность поражения человека в i -ой точке в результате реализации j -го сценария в течение года, год⁻¹.

Индивидуальный пожарный риск R_m (год⁻¹) для m -го работника при его нахождении на территории объекта определяется по формуле

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im}P(i),$$

где I – количество областей территории объекта; q_{im} - вероятность присутствия m -го работника в i -ой области территории объекта.

Построение поля потенциального риска без использования специального программного обеспечения – задача крайне трудоемкая, а в ряде случаев невыполнимая во все.

На основании сравнения программных комплексов для оценки пожарного риска был выбран комплекс «ТОКСИ+^{Risk}», предназначенный для количественной оценки риска, включая пожарный риск который основан на Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, утвержденной Приказом МЧС от 19 июля 2009г. №404.

Программный комплекс «ТОКСИ+^{Risk}» разработан специалистами ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» в соответствии с требованиями и положениями действующих руководящих и методических документов и предназначен для использования при разработке деклараций промышленной и пожарной безопасности.

«ТОКСИ+^{Risk}» успешно используется более 250 крупных российских и зарубежных организаций нефтегазового профиля и организаций, специализирующихся в области анализа риска.

В проекте использовалась стартовая версия программного комплекса, предлагающая для использования при определении расчетных величин пожарного риска для производственных и непроизводственных зданий.

Как известно, в связи с повсеместным внедрением процедуры декларирования пожарной безопасности большую востребованность получили расчеты пожарного риска.

В общем случае, процедура такого рода расчетов включает три основные стадии:

1. определение расчетного времени эвакуации людей из здания ($T_{расч}$);
2. определение времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара ($T_{блок}$);
3. расчет индивидуального пожарного риска по полученным значениям $T_{расч}$ и $T_{блок}$ с учетом технических средств обнаружения и тушения пожара в здании.

Третья стадия расчетов реализована в стартовой версии комплекса «ТОКСИ+^{Risk}», позволяющая:

- определить на основе справочников, включенных в методики МЧС, вероятность возникновения пожара по типу здания;
- ввести информацию о наличии и эффективности работы установок автоматического пожаротушения, средств пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией, системы противодымной защиты;
- ввести значения $T_{расч}$ и $T_{блок}$, которые могут быть определены либо опытным путем, либо путем расчетов, в том числе с использованием специальных программ, например, полной версии комплекса «ТОКСИ+^{Risk}»;
- определить расчетные величины пожарного риска в здании и вывести протокол с результатами расчетов в файл формата Winword;
- построить расчетные зависимости вероятности эвакуации и индивидуального пожарного риска от $T_{расч}$ либо $T_{блок}$.

Используя программный комплекс «ТОКСИ+^{Risk}», были проведены комплексные расчеты для производственных помещений нефтегазового комплекса, анализ результатов которых позволил установить основные количественные и качественные закономерности изменения пожарных рисков в производственных зданиях в зависимости от их проектных характеристик и условий эксплуатации. Результаты расчетов представлены на рисунках.

Из графика, представленного на рисунке 1, видно, что потенциальный и индивидуальный пожарные риски находятся в линейной зависимости от площади помещения.

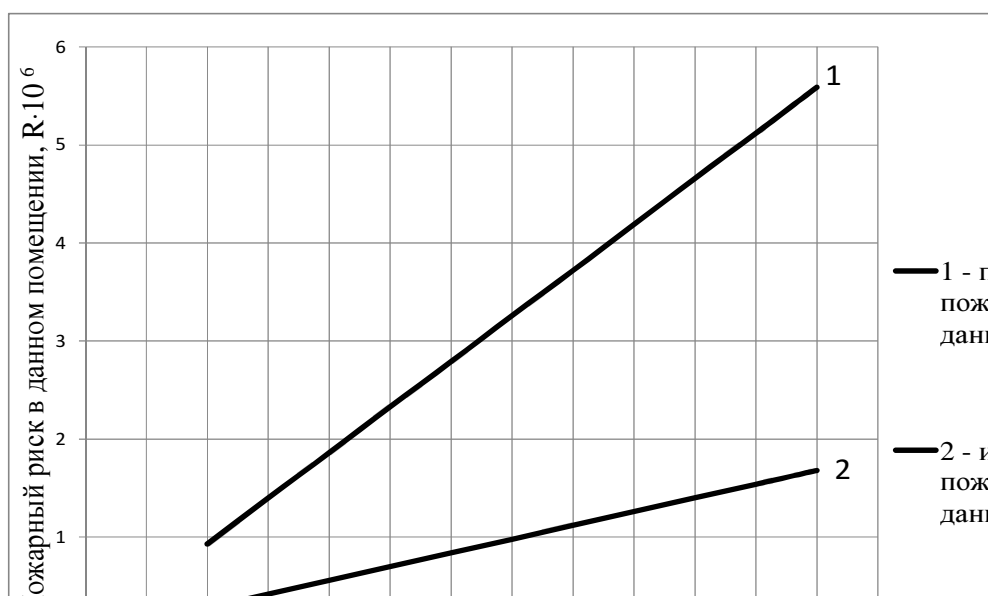


Рис. 1 Зависимость пожарного риска от площади помещения.

С помощью данного графика можно не только найти приемлемую по уровню риска площадь здания и сравнить с фактической площадью, но, и, зная фактическую площадь, определить значение ожидаемого риска. Выполненный анализ показал, что для получения допустимого риска на конкретном объекте нам необходимо спроектировать его таким образом, чтобы площадь здания была минимальной, но, в то же время, соответствовала требованиям для осуществления технологического процесса. То есть, вмещала необходимое количество оборудования и рабочих мест и соответствовала безопасным и комфортным условиям труда. Одной из мер достижения цели по снижению пожарного риска может быть разделение одного помещения больших размеров на несколько, меньших по площади.

На рисунке 2 показана зависимость пожарного риска от частоты присутствия людей в помещении. Анализ данных показал, что частота присутствия людей в помещении не влияет на значение потенциального пожарного риска и его значение максимально, так как при определении величин потенциального пожарного риска для работников, которые

находятся в здании на территории объекта, допускается рассматривать для здания в качестве расчетного один из наиболее неблагоприятный сценарий возникновения пожара, характеризующийся максимальной условной вероятностью поражения человека. Индивидуальный пожарный риск зависит от вероятности присутствия работника в конкретной области на территории объекта, которая определяется, исходя из доли времени нахождения рассматриваемого человека в определенной области территории и/или в помещении здания в течение года на основе решений по организации эксплуатации и технического обслуживания оборудования и зданий объекта. Исходя из этого, появляется возможность спланировать трудовой процесс таким образом, чтобы на территории объекта находилось необходимое и достаточное количество рабочих для осуществления технологического процесса, при этом индивидуальный пожарный риск был минимален.

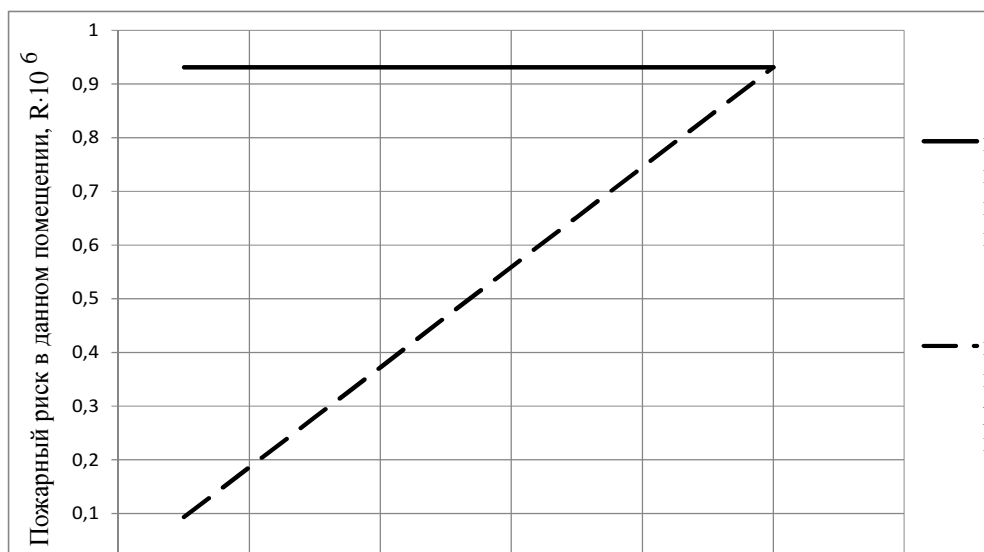


Рис. 2 Зависимость пожарного риска от частоты присутствия людей в помещении.

На рисунке 3 представлена зависимость пожарного риска от времени эвакуации людей из помещения, которое рассчитывается при максимально возможной расчетной численности людей в здании, определяемой на основе решений по организации эксплуатации здания, от наиболее удаленной от эвакуационных выходов каждой точки помещения и зависимость пожарного риска от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара (пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму), имеющих предельно допустимые для людей значения.

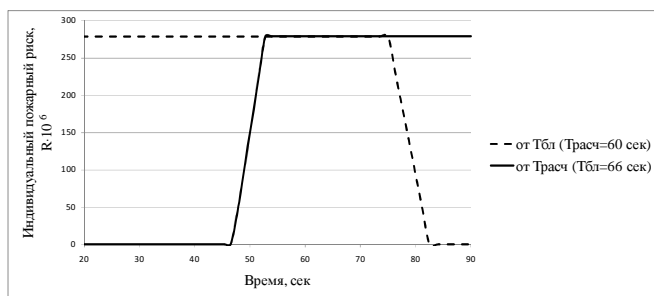


Рис. 3 Зависимость индивидуального пожарного риска от времени эвакуации людей из помещения и времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей.

Видно, что при значении времени эвакуации меньше, чем время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей, пожарный риск имеет максимальное значение, а с его увеличением индивидуальный пожарный риск резко, затем, достигает своего максимума, возрастает и при последующем увеличении времени эвакуации риск остается наивысшем. Зависимость пожарного риска от начала пожара до блокирования эвакуационных путей при установленном времени эвакуации людей из помещения имеет обратную зависимость, то есть, чем дольше времени до блокирования эвакуационных путей, тем больше значение индивидуального пожарного риска. С помощью данного графика можно определить оптимальные значения расчетного времени эвакуации людей из помещения и времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей для обеспечения допустимого значения риска.

Таким образом, совокупность полученных результатов позволит разработать в дальнейшем требования к реконструкции и эксплуатации производственных зданий с учетом пожарного риска.