

УДК 004.942:614.841

sergey-subachev@yandex.ru

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ЛЮДЕЙ И ОБОРУДОВАНИЯ
ОТ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ПОЖАРА НА ТЕРРИТОРИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**MODELING OF THE PROTECTION OF PEOPLE AND EQUIPMENT
FROM HEAT FLOW OF THE FIRE IN THE TERRITORY
OF THE INDUSTRIAL FACILITIES**

*Карькин И. Н., кандидат физико-математических наук,
Контарь Н. А., Pyrosim.ru, Екатеринбург,
Субачев С. В., кандидат технических наук, доцент,
Субачева А. А., кандидат педагогических наук,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Kar'kin I. N., Kontar N. A.,
Pyrosim.ru, Yekaterinburg,
Subachev S. V., Subacheva A. A.,
Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В статье представлен алгоритм расчета теплового потока, падающего на облучаемый объект, в процессе пожара на производственном объекте при наличии между очагом пожара и облучаемым объектом противопожарной стены (экрана) или здания. Алгоритм реализован в компьютерной программе PromRisk, предназначенной для расчета пожарных рисков на производственных объектах.

Ключевые слова: моделирование пожаров, тепловой поток, расчет пожарного риска, пожарная опасность производственных объектов.

The paper presents an algorithm for calculating the heat flux incident on the irradiated object in the process of a fire at an industrial facility if there is a fire wall or a building between the fire and the irradiated object. The algorithm is implemented in the computer program "PromRisk", designed to calculate fire risks at industrial facilities.

Keywords: modeling of fires, heat flow, calculation of fire risk, fire hazard of industrial facilities.

Согласно методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [1, 2] при расчете теплового потока в определенной точке территории объекта при пожаре пролива горючих жидкостей и сжиженных горючих газов используется модель, учитывающая эффективный диаметр пожара, высоту пламени, расстояние до облучаемого объекта и наличие ветра [1, прил. 3, разд. VI, IX]. В случае факельного горения при струйном истечении горючих газов и горючих жидкостей для определения теплового потока допуска-

ется использовать эту же модель, принимая высоту пламени равной длине факела, а эффективный диаметр пожара – диаметру факела.

Эта модель отражает распространение тепла излучением от пламени пожара при отсутствии каких-либо препятствий на отрезке между очагом пожара и облучаемым объектом. Однако на практике такие препятствия имеются довольно часто. И если при расчете пожарного риска на территории производственного объекта не учитывать здания и сооружения, за которыми персонал объекта мо-

жет укрыться от теплового потока пожара, то величина риска будет необосно-

ванно завышена (рисунок 1).

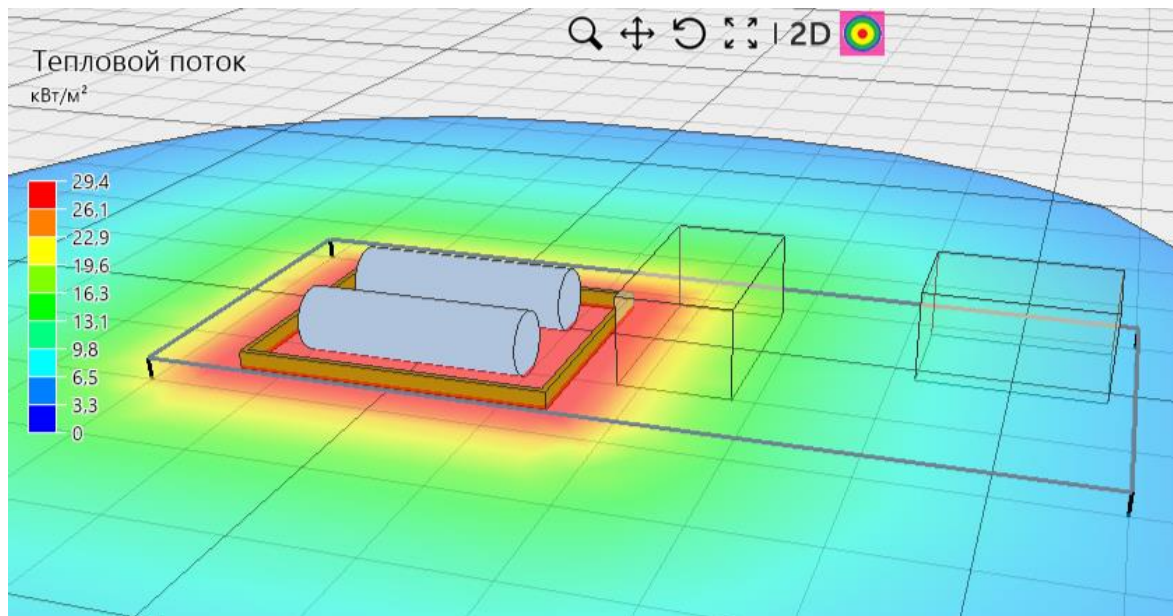


Рисунок 1. Поле теплового потока при пожаре пролива в обваловании без учета наличия зданий

В то же время, наличие стены не всегда обеспечивает полное отсутствие теплового потока с необогреваемой стороны – при высоте пламени, превышающей высоту стены, видимая часть пламени создает излучение. Например, в работе по оценке возможности разрушения остекления машинного отделения ГРЭС при пожаре трансформатора при моделировании учитывалось наличие экрана между блочным трансформатором и рабочим трансформатором собственных нужд (рисунок 2), а также помещение системы маслоохлаждения трансформатора, расположенное между трансформатором и главным корпусом ГРЭС. По результатам моделирования отчетливо видно, что при высоте пламени, приблизительно в два раза превышающей высоту защитного экрана (рисунок 3), часть пламени, выступающая над защитным экраном и помещением системы маслоохлаждения, создает мощный тепловой поток (рисунок 4) и на здание БЦУ-1, и на главный корпус (что впоследствии приводит к разрушению остекления машинного отделения).

В связи с этим, при автоматизации

расчета риска на территории производственных объектов недостаточно лишь определять наличие стены между очагом пожара и рассматриваемой точкой территории – необходимо учитывать то, как соотносятся высота пламени и высота стены (экрана, здания).

Поскольку в методике [1] не приводятся формулы или модели, которые позволили бы определить, на сколько снижается тепловой поток при наличии экрана высотой меньше высоты пламени, предлагается реализованный в программе PromRisk собственный метод, суть которого заключается в следующем.

При высоте пламени, превышающей высоту стены, принимая высоту человека (высоту рабочей зоны) равной 1,7 м, из рассматриваемой точки территории, смещенной на высоту 1,7 м проводится луч через верхний срез стены к центру пламени (рисунок 5). Точка пересечения делит пламя по высоте на две части – видимую часть (а) и часть, закрываемую стеной (б). В дальнейшем, при расчете величины теплового потока коэффициент облученности, вычисляемый по методике [1], умножается на коэффици-

ент, равный доле видимой части в общей высоте пламени.



Рисунок 2. Расположение защитного экрана

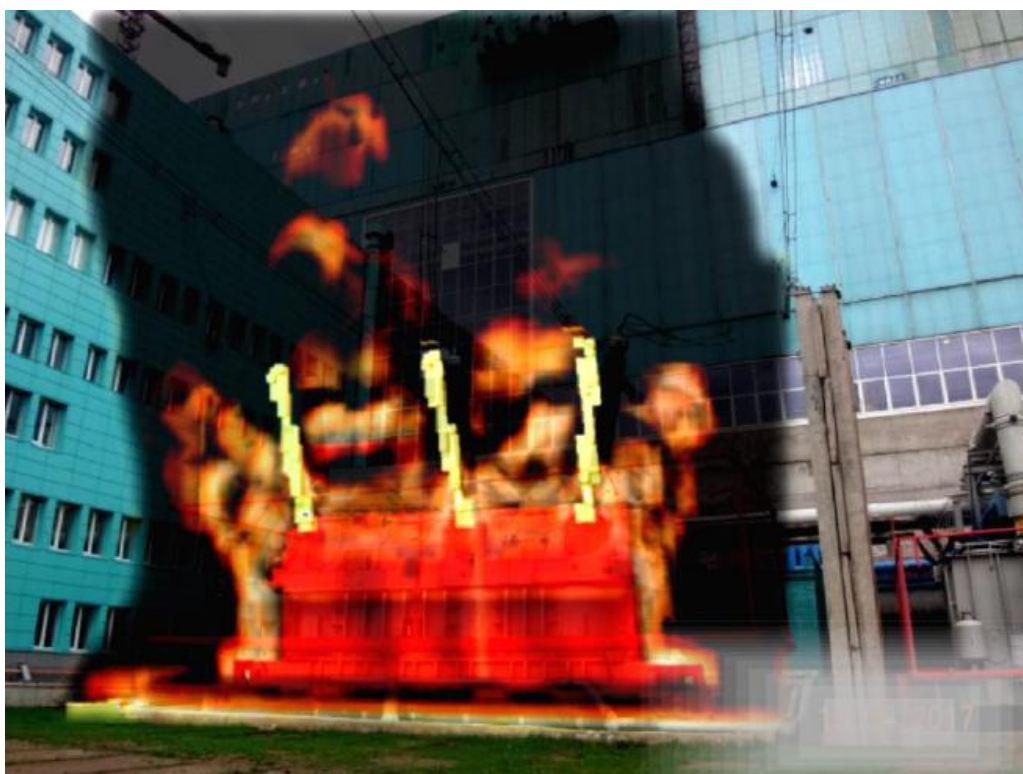


Рисунок 3. Визуализация пожара трансформатора (совмещение результатов моделирования с реальным изображением)

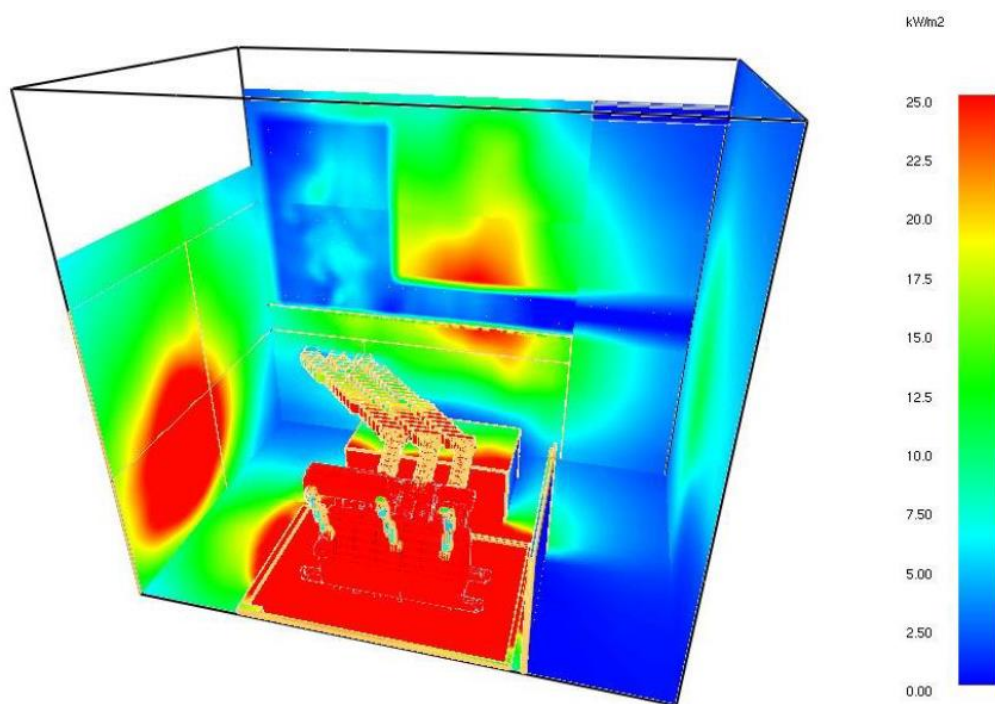


Рисунок 4. Тепловой поток, создаваемый пламенем при пожаре трансформатора

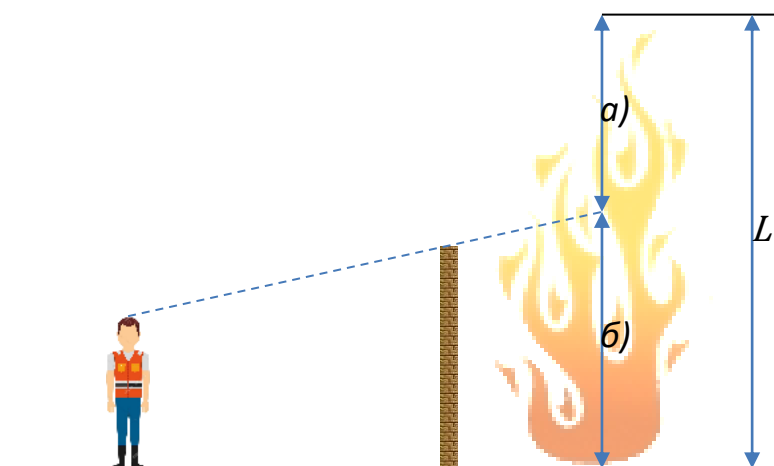


Рисунок 5. К расчету теплового потока: L – высота пламени; a) видимая часть пламени; $б)$ часть пламени, закрываемая стеной

При увеличении высоты стены доля видимой части пламени уменьшается и величина теплового потока также умень-

шается (рисунок 6).

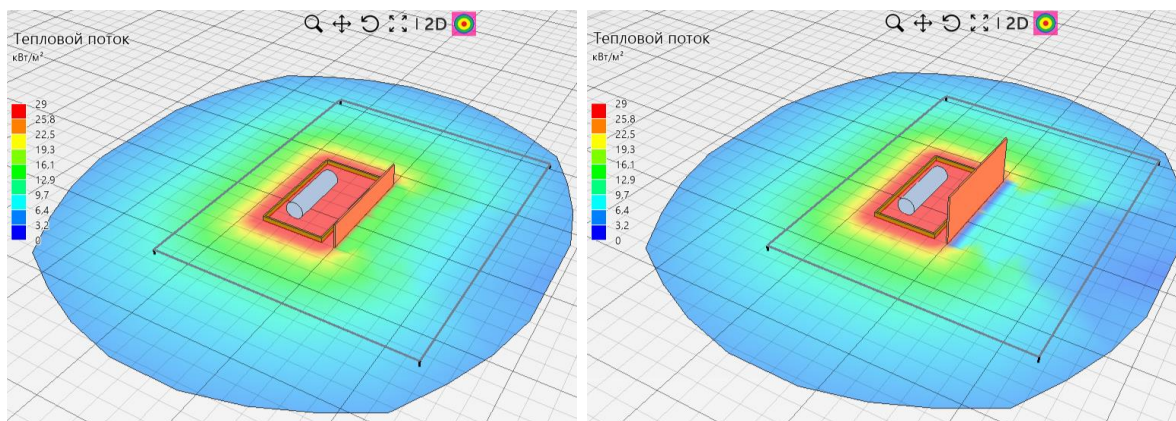


Рисунок 6. Поле теплового потока при различной высоте стены

Описанный метод применяется при расчете теплового потока в каждой точке территории объекта, в каждом из сценариев, связанных с тепловым излучением (горение пролива, вертикальный,

горизонтальный факелы), учитываются все стены (экраны) и все здания объекта (рисунок 7), в том числе при моделировании разгерметизации трубопроводов по всей их длине [3].

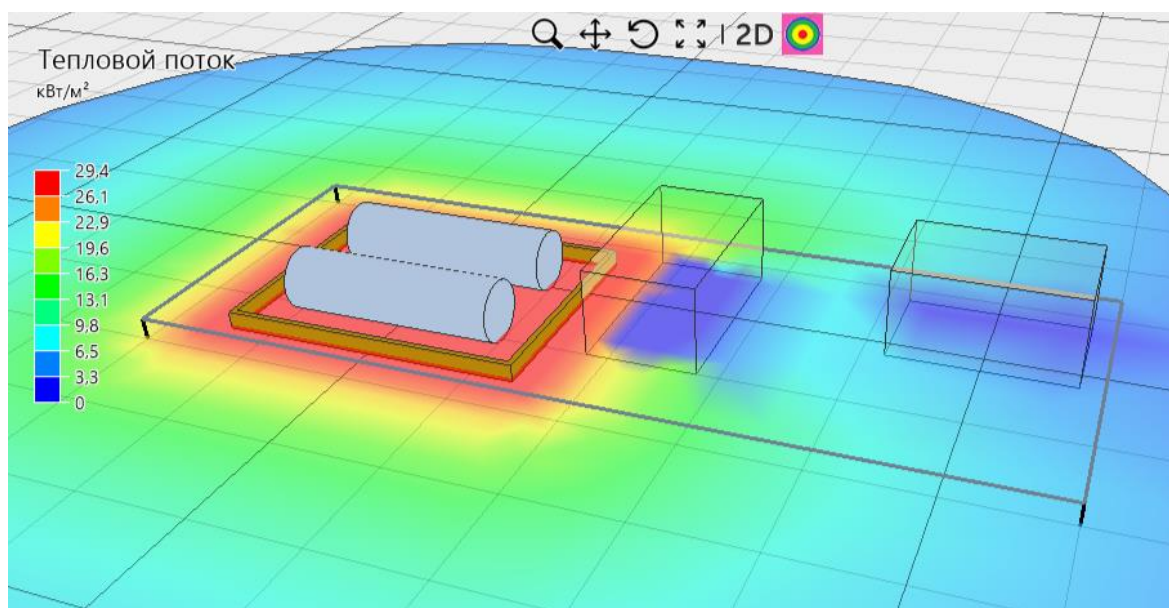


Рисунок 7. Поле теплового потока с учетом экранирования стенами зданий

Это требует значительных вычислительных ресурсов и приводит к увеличению времени расчета, однако позволяет получить адекватный реальности резуль-

тат и не завышать величину пожарного риска на территории производственного объекта.

Литература

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404, с изм.).
2. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов / Д. М. Гордиенко и др. М., 2016.
3. Карькин И. Н. и др. Расчет потенциального пожарного риска от трубопроводов с горючими жидкостями и горючими газами // Техносферная безопасность. – 2019. – № 1(22).

References

1. Metodika opredeleniya raschetnyx velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyx ob"ektax (utv. prikazom MChS Rossii ot 10.07.2009 g. № 404, s izm.).
2. Posobie po opredeleniyu raschetnyx velichin pozharnogo riska dlya proizvodstvennyx ob"ektov / D.M. Gordienko i dr. – M.: VNIPO, 2012. – 242 s.
3. Kar'kin I.N., Kontar' N.A., Subachev S.V., Subacheva A.A. Raschet potencial'nogo pozharnogo riska ot truboprovodov s goryuchimi zhidkostyami i goryuchimi gazami // Tekhnosfernaya bezopasnost'. – 2019. – №1 (22). – ISSN 2311-3286.