

4. ВСН 506-88 Проектирование и устройство грунтовых анкеров. – М.: Минмонтажспецстрой СССР, 1989.

5. Невзоров А.Л. Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах. – М.: Изд. АСВ, ISBN 5-93093-031-7, 2000.

6. Рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов на пучинистых грунтах. – М.: ЦНИИЭПсельстрой, 1989.

7. Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов. – М.: ПНИИИС, 1986.

8. Холодов С.П. Расчет буронабивной свай с уширением в климатических условиях Сибири. Системы. Методы. Технологии. Братский

государственный университет. ISSN 2077-5415, вып. 2, с. 138 – 142, 2017.

9. Буронабивные сваи с уширением в условиях большой глубины промерзания. Преснов О.М., Холодов С.П., Серватинский В.В., Современное строительство и архитектура. № 3 (07). ISSN 2411-3581, с. 40-44, 2017.

10. Выбор размеров уширения для буронабивных свай с уширенной пятой. Холодов С. П., Преснов О. М., Серватинский В. В. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. Вып. 51(70), ISSN 1994-0351, с. 44-48, 2018.

11. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. – М.: Минрегион России ОАО «ЦПП», 2010.

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МУКОМОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Шерстобитова Людмила Васильевна

Старший преподаватель,

*Филиал Российского университета кооперации,
г. Владимир*

Пономарев Анатолий Яковлевич

Доцент, кандидат технических наук,

*Российский государственный социальный университет,
г. Москва*

ASSESSMENT OF FIRE SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF FLOUR-MILLING ENTERPRISES

Sherstobitova Lyudmila Vasilyevna

Senior Lecturer,

*Branch of the Russian University of Cooperation,
Vladimir*

Ponomarev Anatoly Yakovlevich

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,

Russian state social university,

Moscow

[DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.342](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.342)

АННОТАЦИЯ

В статье приводится расчет избыточного давления взрыва, образующегося при объемном горении воздушно-мучной смеси. Полученные результаты позволяют спрогнозировать мероприятия и управленческие решения по обеспечению защиты людей и взрывобезопасности объекта.

ANNOTATION

The article presents the calculation of the excess pressure of the explosion formed during the volumetric gorenje air-flour mixture. The results obtained allow us to predict measures and management decisions to ensure the protection of people and explosion safety of the object.

Ключевые слова: нижний концентрационный предел распространения пламени; пожарный риск; мучная пыль; пыленакопление; избыточное давление.

Keywords: lower concentration limit of flame propagation; fire risk; flour dust; dust accumulation; overpressure.

Функционирование мукомольных предприятий сопровождается образованием и поступлением в воздух производственных помещений органической пыли [5]. Превышение допустимых значений концентрации мучного аэрозоля в воздухе создает опасность возникновения взрыва или пожара. Такие высокие концентрации могут возникнуть при авариях либо в период нормальной работы аппаратов, при

котором образуется наибольшее количество пылевоздушных смесей. Мука становится взрывоопасной, когда ее частички будут диспергированы в воздухе. При поджигании такой воздушно-мучной смеси происходит быстрое объемное сгорание подобное взрыву [1, 4].

Потому уже на стадии проектирования технологического процесса и размещения технологического оборудования на предприятии

предусматривается комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности, учитывая критерии:

- индивидуального пожарного риска;
- социального пожарного риска;
- регламентированных параметров пожарной опасности технологических процессов.

Для прогнозирования причин возникновения взрывопожароопасных ситуаций принимаются во

внимание свойства используемых материалов и события, реализация которых может привести к образованию горючей среды и появлению источника зажигания [2, 3].

Пожароопасные и физико-химические свойства пшеничной муки представлены в таблице 1 [5].

Таблица 1

| Пожароопасные и физико-химические свойства пшеничной муки | |
|---|-----------------------|
| Показатели | Значение показателя |
| Нижний концентрационный предел распространения пламени | 35 г/м ³ |
| Максимальное давление взрыва | 520 кПа |
| Плотность | 650 кг/м ³ |
| Скорость нарастания давления | 8 МПа/с |
| Температура воспламенения | 250 °С |
| Температура самовоспламенения | 380 °С |
| Температура тления | 310 °С |
| Теплота сгорания | 16807 кДж/моль |

Анализ пожарной опасности технологических процессов является основой для определения комплекса мероприятий, реализация которых должна изменить параметры технологического процесса до уровня, обеспечивающего допустимый пожарный риск. При этом предусматриваются ситуации возникновения опасности для людей, оказавшихся в зоне поражения опасными факторами взрыва или пожара, это – избыточное давление и повышенная температура [2].

Для расчета избыточного давления при объемном сгорании мучного аэрозоля необходимо рассматривать наиболее неблагоприятные варианты:

- расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы;
- в момент расчетной аварии произошел аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате мучной пыли.

Расчет избыточного давления взрыва Δp для горючих пылей проводится по формуле [3]:

$$\Delta p = \frac{m N_T P_0 Z}{V_{св} C_p T_0 \rho_v} * \frac{1}{K_H}$$

где:

m – масса взвешенной в объеме помещения пыли, кг;

N_T – теплота сгорания, Дж/кг;

ρ_v – плотность воздуха при начальной температуре, T_0 , кг/м³;

T_0 – начальная максимальная температура воздуха для данного региона в теплый период, К;

C_p – теплоемкость воздуха, Дж/(кг*К);

K_H – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения;

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м³;

P_0 – начальное давление, кПа;

Z – коэффициент участия взвешенной пыли в горении, определяется как $Z=0.5F$, где F – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэрозоль становится неспособной распространять пламя. Допускается принимать $F = 1$.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80% геометрического объема помещения.

Расчетную массу взвешенной в объеме помещения пыли, которая появляется в результате аварии, при отсутствии данных об объеме пылевоздушного облака можно рассчитать:

$$m = m_{вз} + m_{ав}$$

где:

$m_{вз}$ – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$m_{ав}$ – расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг.

Расчетную массу взвихрившейся мучной пыли можно определить:

$$m_{вз} = m_{п} * K_{вз}$$

где:

$m_{п}$ – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

$K_{вз}$ – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. Если невозможно получить экспериментальные сведения, то допускается принимать $K_{вз} = 0,9$.

Расчетную массу пыли, поступившую в помещение в результате аварийной ситуации, определяют по формуле:

$$m_{ав} = (m_{ап} + qT)K_{п}$$

где:

$m_{ап}$ – масса пыли (муки), выброшенная в помещение, кг;

q – производительность, с которой поступает пыль в аварийный аппарат до момента отключения, кг/с;

T – время отключения, с;

$K_{п}$ – коэффициент пыления, т.е. отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, которая поступила из аппаратов в помещение. Учитывая полидисперсный состав мучной пыли, коэффициент пыления можно принять $K_{п} = 0,5 - 1$.

Массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяют по формуле:

$$m_{п} = \frac{K_{г}}{K_{у}} (m_{1} + m_{2})$$

где:

$K_{г}$ - доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_{у}$ - коэффициент эффективности пылеуборки. Принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 - при влажной пылеуборке (ручной).

m_{1} - масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

m_{2} - масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг.

Таким образом, можно рассчитать избыточное давление при объемном сгорании мучного аэрозоля, которое будет достигнуто на предприятии в аварийной ситуации. Полученные данные нужно сравнить с допустимым значением избыточного давления и увидеть прогнозируемый результат его воздействия на персонал и производственное здание. Типичные предельно допустимые значения избыточного давления с точки зрения повреждения зданий приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2

Типичные предельно допустимые значения избыточного давления с точки зрения повреждения зданий

| Степень поражения | Типичные предельно допустимые значения избыточного давления, кПа |
|---|--|
| Полное разрушение зданий | 100 |
| 50%-ное разрушение зданий | 53 |
| Средние повреждения зданий | 28 |
| Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.) | 12 |
| Нижний порог повреждения человека волной давления | 5 |
| Малые повреждения (разбита часть остекления) | 3 |

Оценка пожарной безопасности технологических процессов мукомольного предприятия на стадии проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации или прекращения эксплуатации, капитального ремонта, консервации, утилизации позволяет дать научно обоснованное предсказание вероятностного развития событий или явлений и на этой основе выработать предложения для принятия управленческого решения, чтобы гарантированно обеспечить пожаробезопасность и взрывобезопасность объекта.

Оценка пожарной безопасности помогает установить требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности в целом, предупреждение аварий, случаев производственного травматизма на производственных объектах, на которых осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, а также осуществляется

хранение зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию [5].

Список литературы

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
4. Правила устройства электроустановок (утверждены Министерством энергетики Российской Федерации, приказ от 08.07.2002 г. № 204).
5. Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013 № 560 (ред. от 15.11.2016) Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья».