

УДК 664.76

ВЗРЫВООПАСНОСТЬ МУЧНОЙ ПЫЛИ

Павел Юрьевич Морозов

студент

pashamoroz00@mail.ru

Артём Геннадьевич Соломенцев

магистрант

Сергей Николаевич Демин

магистрант

Юлия Михайловна Аксеновская

ассистент

aksenovskaya.1973@mail.ru

Алексей Васильевич Аксеновский

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

noky2002@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Статья акцентирована на проведение анализа мучной пыли, как фактора повышенной опасности и риска возникновения взрывов на промышленном предприятии. Описаны меры профилактики и защиты на предприятиях мукомольного типа.

Ключевые слова: взрывобезопасность, взрывы, мука, предприятие, промышленность, концентрация, воспламенение, мучная пыль, защита.

По данным имеющейся статистики на начало 2022 года в Российской Федерации насчитывается более 8 тысяч зарегистрированных опасных производственных объектов (ОПО) с растительным сырьем. Согласно основному федеральному закону № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997 года, регулиующему производственную безопасность опасных объектов и объектов сырьевого назначения, элеваторы, мукомольные и крупяные промышленности отнесены к 3 классу опасности (рисунок 1) [1, 5].

Класс опасности	Кто относится к классу опасности	Примеры:
1 класс опасности	Объекты наиболее высокой степени опасности, способные вызвать гибель и травматизацию значительного числа сотрудников и иные необратимые последствия.	Закрытые шахты, объекты хранения химического оружия и спецхимии.
2 класс опасности	Объекты высокой степени опасности, способные вызывать гибель или травматизацию персонала.	Газопроводы и сети газопотребления давления свыше 1.2 Мпа
3 класс опасности	Объекты средней степени опасности, способные вызвать травматизацию персонала.	элеваторы, хранилища зерна, подвесные канатные дороги
4 класс опасности	Объекты низкой степени опасности и травматизации.	стационарные подъемные сооружения

Рисунок 1 – Классификация опасных производственных объектов.

Рассматриваемые в статье предприятия относятся к 3 классу опасности, что соответствует умеренно опасным веществам, которые загрязняют окружающую среду, но при их изъятии из среды и по истечению 10-ти летнего срока негативное влияние таких веществ полностью иссякает.

Примеры взрывов на мукомольных предприятиях и элеваторах:

1. Село Беленькое в Белгородской области – в январе 2020 года произошел взрыв в одном из зданий комбикормового завода, что привело к возгоранию на 6 этаже. Поджар удалось быстро потушить, пострадало всего 5 человек.

2. В одном из портов Турции – Дериндже произошел взрыв зерновой пыли во время погрузки зерна на грузовое судно. В результате 13 человек

получили ранение, 2 из них госпитализированы в тяжелом состоянии. Было выведено из строя 13 из 16 элеваторов.

Взрывоопасность данных предприятий обуславливается вышеописанной мучной или зерновой пылью, которая бывает в двух взрывопожароопасных средах – аэрогеле (накопление пыли на поверхностях) и аэрозоле (постоянно летает в воздухе и практически никогда не осаживается из-за легкой массы).

Статистические данные показывают, что за последние 20 лет в России зафиксировано более 200 случаев аварий и взрывов на мукомольных и элеваторных предприятиях. В целом по миру ежегодно происходит от 400 до 500 аварий.

Согласно ГОСТ 12.1.044-2018 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (приказ Росстандарта от 05.10.2018 №717-ст, ред. от 13.08.2024) в теории горения и взрыва есть показатель воспламенения, который показывает концентрация пыли в воздухе и возможность ее воспламенения. Данный показатель получил название «нижнего концентрационного предела воспламенения» или НКПВ. Концентрация пыли в воздухе принято измерять в г/м³. Любые пылевые среды, имеющие НКПВ меньше 65 г/м³ принято относить к взрывоопасным. Помимо их опасности воспламенения, который приводит к взрыву, может произойти целый ряд разрушительных взрывов повторного характера [2].

Стоит отметить, что и аэрогельная и аэрозольная мучная пыль носит одинаковых характер опасности.

В первом случае мука в виде аэрогеля осаживается на предметы и поверхности, тем самым накапливаясь в помещении. Древесная мука способна самовоспламеняться при достижении отметки в 255°C, что может привести к пожару и взрыву на мукомольных предприятиях. Также мучная пыль в виде аэрогеля может пониматься в воздух из-за работы вентиляции или работы оборудования и людей, переходя в состояние аэрозоля [6, 8].

Во втором случае мучная пыль непрерывно летает в воздухе в виде взвеси и никогда не оседает. В сочетании с мелкодисперсной пылью это приводит к высокой концентрации пыли в воздухе и возникновение рисков на предприятии. Если в аэрозольной мучной пыли содержится высокая концентрация сахара, то риски и масштабы взрыва увеличиваются в несколько раз. Сахар является горючим топливом, плюсом ко всему воздух является окислителем и способствует хорошему горению смеси.

Нижний концентрационный предел воспламенения муки показан на рисунке 2 [6].

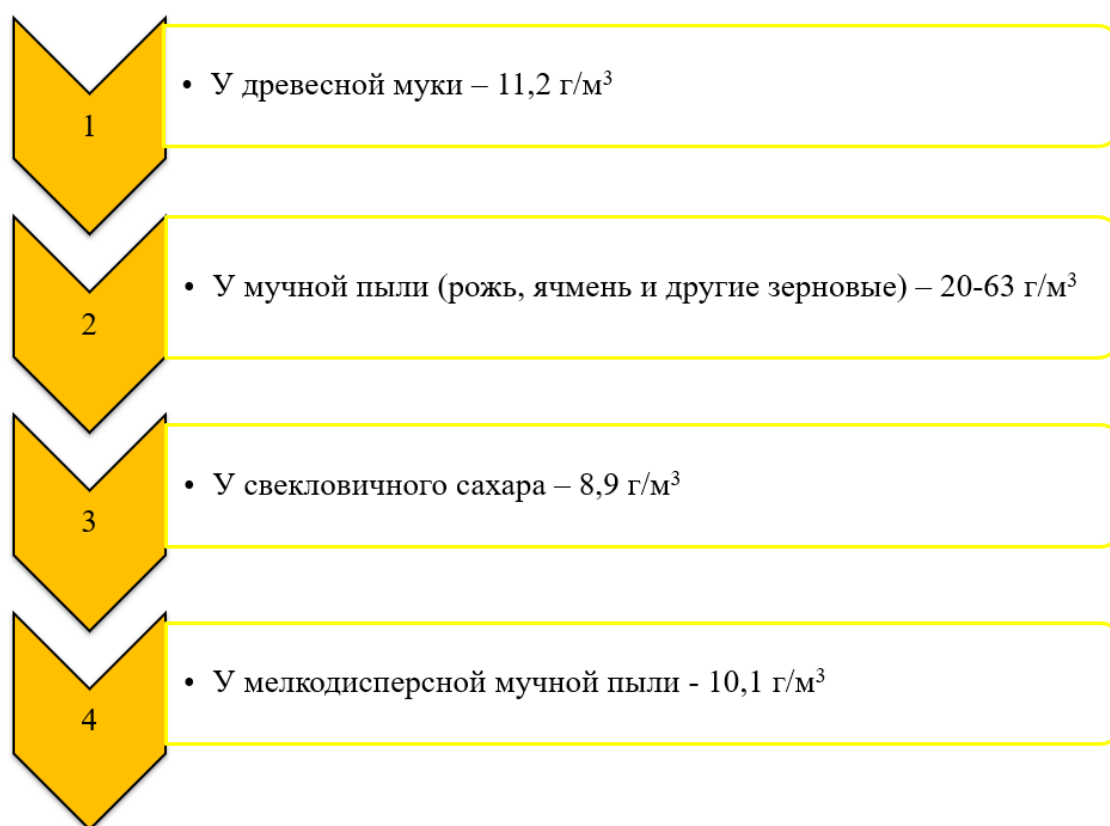


Рисунок 2 – НКПВ муки.

Представленная информация показывает сколько должно содержаться грамм на м³ мучной пыли в воздухе, чтобы при взаимодействии с источником воспламенения произошел поджар и взрыв пылевоздушной смеси.

Мучные пыли из-за легкого воспламенения и быстрого распространения очага пожара относят к 1 классу опасности.

Помимо общей опасности присутствует локальная или местная вероятность взрыва. При работе систем аспирации и фильтрации, загрузке в

бункеры, смесители и сушки, содержание пыли в этих элементах постоянно и имеет высокие риски взрыва смеси. Перечисленные системы согласно ИЕС 60079-10-1:2020 к так называемой зоне 20. Зона 20 – это место, где концентрация пыли постоянна или скапливается большими частями на протяжении всего периода эксплуатации. Важно уделять внимание своевременной и периодической очистке систем вентиляции, аспирации и элементам по переработке, транспортировке и хранению муки [3].

Меры профилактики и защиты от взрыва на предприятиях мукомольного типа представлены в таблице 1 [4, 7, 9].

Таблица 1

Профилактика и защита на предприятиях мукомольного типа.

Профилактика	Защита
✓ Использование системы пылеудаления	✓ Разделение зон и разработка мер по защите от опасности
✓ Периодическое обслуживание аспирационных систем и систем вентиляции	✓ Установка взрыв разрядного устройства (с разрывными мембранами, с откидными клапанами)
✓ Уборка помещений от оседающей пыли	✓ Внедрение в систему пламегасителей и локализацию взрывов.
✓ Применение облицовки помещений для исключения накопления пыли	✓ Использование системы аварийного отключения и остановки оборудования
✓ Инструктаж персонала по безопасности выполнения работ	✓ Установка системы пожаротушения
✓ Покупка сертифицированного оборудования для пылевоздушных сред	✓ Инструктажи и тренировочные занятия по отработке действий при взрыве на производстве
✓ Контроль производства	

В заключении отметим, что вопросам промышленной безопасности в последнее время уделяется особое внимание. Снижение рисков травматизации людей, нанесения ущерба окружающей среде и животным должно носить первостепенный характер и требовать постоянной модернизации производства

и оборудования, нормативно-правовой документации и мер защиты на взрывопожароопасных объектах.

Список литературы:

1. Федеральный закон № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997 года // КонсультантПлюс. – https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/
2. ГОСТ 12.1.044-2018 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (приказ Росстандарта от 05.10.2018 №717-ст, ред. от 13.08.2024).
3. ИЕС 60079-10-1:2020 — международный стандарт «Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды».
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 N 123-ФЗ. // Официальный интернет портал правовой информации — URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102123614&intelsearch=%E7%E0%EA%EE%ED+%EE%F2+22+%E8%FE%EB%FF+2008+%E3. +%B9+123-%D4%C7+>
5. Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Сибирко В.И., Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России. 2022. С. 114.
6. Корольченко А. Я. Процессы горения и взрыва. М.: Пожнаука. 2007. С. 266.
7. Клевлеев В. М., Кузнецова И. А., Чевилов С. А. Промышленная безопасность производств энергонасыщенных материалов и изделий: учебник для вузов / 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт. 2025. С. 260. ISBN 978-5-534-17596-7.

8. Максимов Г. Г. Промышленная токсикология: учебник для вузов / 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт. 2025. С.136. ISBN 978-5-534-14791-9.

9. Взрывобезопасность // Портал про пожарную безопасность – URL: <https://propb.ru/library/wiki/vzryvobezopasnost/>

UDC 664.76

EXPLOSIVE HAZARD OF FLOUR DUST

Pavel Yu. Morozov

student

pashamoroz00@mail.ru

Artem G. Solomentsev

graduate student

Sergey N. Demin

graduate student

Yulia M. Aksenovskaya

assistant

aksenovskaya.1973@mail.ru

Alexey V. Aksenovsky

candidate of agricultural sciences, associate professor

noky2002@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The discipline "Gorenje i explosion theory" is devoted to the consideration of the issues of fire and explosion hazard of various substances. The article focuses on the analysis of flour dust as a factor of increased danger and risk of

explosions in an industrial enterprise. Preventive and protective measures at flour-milling enterprises are described.

Keywords: explosion safety, explosions, flour, enterprise, industry, concentration, ignition, flour dust, protection.

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.