

*СВОЙСТВА ЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ КАК ФАКТОРЫ РИСКА  
В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ИХ ХРАНЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА*

**Е.В. ГОРБУНОВ, Л.В. ПАНОВА, С.Г. АТАМАНОВ**

*ООО «Альянс Экспертов»,  
394000, Российская Федерация, г. Воронеж, Ленинский пр-т, д.139, к.16;  
электронная почта: aexpertvrn@gmail.com*

Предприятия, осуществляющие прием, хранение и переработку зернового сырья по праву занимают особое место в структуре агропромышленного комплекса, многие из них хранят запасы государственного фонда зерна, что определяет их стратегическое значение. Принимая во внимание особую роль этих объектов, обеспечение их бесперебойной, а, следовательно, безаварийной работы, справедливо считать одной из важнейших задач, стоящей перед современными техническими науками. Эффективное ее решение не представляется возможным без глубокого и всестороннего изучения опасных процессов, протекающих на различных этапах технологического цикла с участием растительного сырья. В статье рассматриваются отдельные физические свойства зерновых масс, которые могут представлять риски при их хранении и переработке на элеваторах, мукомольных заводах, хлебоприемных пунктах. В результате перемещения зерновых продуктов происходит выделение зерновой пыли, а при слеживании зерна развивается самосогревание массы продукта.

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, зерно, промышленная безопасность, риски, самосогревание, взрывоопасные пылевоздушные смеси, тление, возгорание.

Зерновая масса представляет собой дисперсную двухфазную систему зерно-воздух и относится к сыпучим материалам. Хорошая сыпучесть зерновых масс позволяет довольно легко перемещать их при помощи норий, конвейеров и пневмотранспортных установок, загружать в различные по размерам и форме хранилища и транспортные средства [1]. При перемещении зерновой массы используется принцип самотека. На этом принципе построены все схемы технологических процессов на элеваторах, мукомольных и крупяных заводах. Зерновая масса, поднятая норией на верхний этаж самотеком, спускается и по пути перемещения проходит через те или иные машины.

Перемещение зерновой массы сопровождается ее самосортированием, то есть неравномерным распределением входящих в нее компонентов по отдельным участкам насыпи. Это создает предпосылки к возникновению в зерновой массе нежелательных явлений (самосогревание, слеживание и т.п.).

Самосортирование является следствием неоднородности по массе и плотности входящих в нее твердых частиц. Загрузка зерновых масс в хранилища или выпуск из них самотеком, перемещение конвейерами, перевозка в вагонах, автомобилях обязательно сопровождается самосортированием.

Как было указано выше, зерновая масса представляет собой двухфазную систему зерно-воздух. Наличие скважин (расстояний между отдельными зернами) в зерновой массе влияет на многие физические и физиологические процессы, протекающие в ней. Воздух, циркулирующий по скважинам, способствует передаче тепла путем конвекции и перемещению влаги через зерновую массу в виде пара.

Дыхание зерна приводит к потере в массе сухих веществ зерна, увеличению количества гигроскопической влаги в зерне, повышению относительной влажности воздуха межзерновых пространств (скважин), образованию тепла в зерновой массе. Образующееся в зерновой массе тепло в связи с ее плохой теплопроводностью может задерживаться в ней. Поэтому тепло, выделяющееся при дыхании зерна, является одной из основных причин самосогревания зерновых масс. Решающее значение на интенсивность дыхания зерновой массы оказывают влажность, температура и степень аэрации. Чем выше влажность, тем более высока интенсивность дыхания зерна. Многочисленные исследования показали, что влажность зерна 14,5 - 15,5 % является критической для зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи и семян злаковых трав.

Сухое зерно влажностью до 14 % устойчиво. Зерно средней сухости, находящееся на грани критической влажности, дышит примерно в 2-4 раза интенсивнее сухого, а сырое зерно влажностью свыше 17 % дышит в 20-30 раз энергичнее сухого.

С увеличением температуры зерновой массы интенсивность дыхания увеличивается. И, наоборот, в условиях пониженных температур интенсивность дыхания зерна резко падает. Даже в зерне с повышенной влажностью не

наблюдается резкой интенсификации дыхания при температурах окружающего воздуха не превышающих  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Доступ атмосферного воздуха к зерновой массе (степень аэрации) также влияет на интенсивность дыхания зерна при хранении. В условиях длительного хранения зерновых масс без перемещения и продувания в межзерновых пространствах накапливается диоксид углерода и снижается содержание кислорода.

Склонность к самовозгоранию является свойством вещества, проявляющимся в способности загораться при температурах среды, лежащих между температурой его самонагревания и самовозгорания или ниже температуры самонагревания в результате накопления тепла в материале, выделяющегося при химических и микробиологических процессах. Продолжительность самонагревания материала может быть очень большой и зависит она от разности скоростей выделения и рассеивания тепла, физических и химических свойств материала [2].

Самосогреванием (или самонагреванием) зерновой массы называют явление повышения ее температуры вследствие протекающих в ней физиологических процессов (дыхания всех живых компонентов) и плохой теплопроводности. При повышении температуры до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  и более резко снижается сыпучесть зерновой массы, происходит интенсивное потемнение зерна, отдельные зерна оказываются заплесневевшими или прогнившими, появляется сильный запах разложения. Процесс самонагревания завершается обугливанием зерна и полной потерей сыпучести зерновой массы, которая иногда превращается в монолит.

Самосогревание может привести к полной потере продовольственной ценности продукта, а в отдельных случаях – к возникновению очагов горения. Особенно склонны к самонагреванию и самовозгоранию травяная мука, подсолнечник, шроты, различные зерновые смеси и мучки [3].

Горение, возникающее в силосе, идет медленно. Локализация очага самовозгорания теплоизоляционным слоем продукта (зерно обладает низкой

теплопроводностью) способствует сохранению выделяющейся теплоты. В таких условиях образуется устойчивый процесс медленного тления.

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности содержат требования по предупреждению самосогревания и ликвидации последствий самовозгорания растительного сырья [4]. Так, все емкости для хранения зерновой массы (силосы) в обязательном порядке подлежат оснащению автоматически действующими устройствами по контролю температуры сырья с обеспечением аэрации (вентиляции) хранящегося продукта.

При осуществлении технологических процессов приемки, очистки, сушки, отпуска зерно перемещается транспортными механизмами или движется по самотечным трубам. Трение зерна о стенки продуктопроводов, бункеров, взаимное трение зерен приводит к истиранию оболочек зерна и образованию органической пыли.

На мукомольных заводах при подготовке зерна к помолу в обоечных машинах, триерах, камнеотделительных машинах происходит истирание поверхностей зерна и интенсивное образование мелкодисперсной пыли. Весь процесс выработки муки построен на поэтапном дроблении зерна и крупок в вальцовых станках, пропеллерных машинах, деташерах, при этом образуется значительное количество мелкодисперсных органических продуктов.

К пылям принято относить мелкодисперсные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм. В результате распределения в воздухе пылевых частиц образуется пылевоздушная смесь, называемая аэрозвесью или аэрозолем. При оседании взвешенных в воздухе пылевых частиц на поверхности оборудования образуется слой пыли – аэрогель.

Пылевоздушные смеси характеризуются концентрацией пыли в смеси, свойствами этой пыли, усредненными газотермодинамическими параметрами смеси и показателями пожаровзрывопасности. При возникновении ряда условий, определяемых концентрацией пыли в воздухе и наличием источника

воспламенения достаточной мощности на предприятиях хранения и переработки растительного сырья возможны хлопки, и даже взрывы.

Взрыв пыли – это быстрое сгорание аэрогеля, в результате которого возникает повышенное давление, обусловленное мгновенным выделением тепла и газообразных продуктов, поэтому можно считать, что в мелкодисперсном состоянии способен взрываться любой горючий материал, находящийся в виде аэрозоля.

Снижение рисков возникновения подобных аварийных ситуаций достигается путем уменьшения концентрации пыли и устранения возможных источников инициирования взрыва пылевоздушной смеси. С этой целью технические устройства, используемые на взрывопожароопасных производственных объектах, оснащают предохранительными устройствами и датчиками. Применяются взрыворазрядные устройства, снижающие давление внутри оборудования при возникновении аварийных ситуаций. Технологические линии разделяют на отдельные участки, применяя устройства локализации (быстродействующие задвижки, аэрозоль-газовые затворы и т.п.). Для устранения опасности статического электричества производственное оборудование заземляют, зануляют. Электрические цепи оснащают устройствами защитного отключения и автоматическими блокировками. Чтобы снизить уровень пылевыведения технологическое и транспортное оборудование аспирируют.

Таким образом, становится очевидно, что наиболее опасными свойствами зерна и продуктов его переработки на специализированных предприятиях агропромышленного комплекса являются их способность к дыханию при хранении, вызывающая самосогревание, тление и возгорание продукта, а также появление органической пыли при транспортировке и переработке зернового продукта, способной в смеси с воздухом образовывать взрывоопасные пылевоздушные смеси.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Таубкин С.И., Таубкин И.С. Пожаро- и взрывоопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. – М.: Химия, 1976. – 264 с.
3. Семенов Л.И., Теслер Л.А. Взрывобезопасность элеваторов, мукомольных и комбикормовых заводов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с.
4. Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013 № 560 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» (Зарегистрировано в Минюсте России 16.12.2013 № 30606) // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 2, 13.01.2014.

## REFERENCES

1. Trisvyatsky L.A. Storage of grain. – 5th ed., rev. and add. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
2. Taubkin S.I., Taubkin I.S. Fire and explosive hazards of dusty materials and their processing. – M : Chemistry, 1976. – 264 p.
3. Semenov L.I., Tesler L.A. Explosion of elevators, flour mills and feed mills. – M.: Agropromizdat, 1991. – 367 p.
4. Federal Service for Environmental, Technological, and Nuclear Supervision order of 21.11.2013 № 560 «On approval of Federal norms and rules in the field of industrial safety «Safety Rules explosive hazardous production facilities of storage and processing of vegetative raw materials» (Registered in the Ministry of Justice of Russia 16.12.2013 № 30606) // «Bulletin of normative acts of federal executive authorities», № 2, 01.13.2014.

*PROPERTIES OF GRAIN PRODUCTS AS A RISK FACTOR IN ENSURING INDUSTRIAL SAFETY DURING STORAGE AND PROCESSING ON THE SPECIALIZED AGRICULTURAL ENTERPRISES*

**E.V. GORBUNOV, L.V. PANOVA, S.G. ATAMANOV**

*LLC «Alliance of Experts»,  
16 of, 139, Leninskiy avenue, Voronezh, Russian Federation, 394000;  
e-mail: aexpertvrn@gmail.com*

Enterprises engaged in the reception, storage and processing of grain raw material rightfully occupy a special place in the structure of the agricultural sector; many of them are focused on State Grain Fund, which determines their strategic importance. Taking into account the special role of these facilities to ensure their smooth and, therefore, trouble-free operation, it is rightly considered one of the most important tasks facing the modern science. The effectiveness of its solution is not possible without a thorough and comprehensive study of dangerous processes at different stages of the cycle, with the participation of plant raw materials. This article discusses some of the physical properties of grain mass, which may present risks during storage and processing on elevators, flour mills, grain reception areas. During grain products migration there is an allocation of grain dust. Sometimes while grain caking there is a self-warming of the grain mass.

**Key words:** agricultural sector, grain, industrial safety, risk, self-warming, explosive dust-air mixture, corruption, inflammation.