

# М.М.ТУХВАТУЛЛИН



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ  
И УЛУЧШЕНИЕ СОХРАННОСТИ ПРОДУКТОВ  
ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**М.М.ТУХВАТУЛЛИН**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ  
И УЛУЧШЕНИЕ СОХРАННОСТИ ПРОДУКТОВ  
ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

**МОНОГРАФИЯ**

**МОСКВА 2003**

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор Л.А.Глебов, Московский  
Государственный Университет пищевых производств (МГУПП)

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор С.В.Зверев, МГУПП  
кандидат технических наук М.М.Темиров, ген. директор ЗАО «Совокрим»

Редакция авторская

Тухватуллин Масхут Махмутович, кандидат технических наук.  
Совершенствование оборудования и улучшение сохранности продуктов  
зерноперерабатывающих предприятий за счет использования полимерных  
материалов: Монография. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2003. - 314  
с.

В монографии рассмотрены теоретические вопросы возникновения и  
развития трещин в зерне при его перемещении в самотечном, транспортном и  
технологическом оборудовании. Определена критическая скорость удара  
зерна о преграду, приводящая к образованию трещин и разрушению зерна.  
Даны основные сведения о полимерных материалах и обоснован выбор  
наиболее перспективных для использования их на зерноперерабатывающих  
предприятиях с целью снижения травмирования зерна, улучшения условий  
для его перемещения и хранения, уменьшение взрывоопасности и  
сохранения качества зерна.

Представлены результаты исследований физико-механических и  
санитарно-гигиенических свойств при контакте продуктов  
зерноперерабатывающей промышленности с полимерными материалами.

Даны сведения о промышленном использовании полимерных  
материалов для деталей самотечного оборудования, футеровки емкостей,  
транспортного и технологического оборудования.

---

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть  
воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения  
владельца авторских прав.

## Содержание

Предисловие.....	6
<b>Глава 1. Состояние вопроса.....</b>	<b>9</b>
1.1. Зерно как объект хранения и переработки.....	9
1.2. Размещение и хранение зерна.....	9
1.3. Послеуборочная обработка зерна.....	14
1.4. Травмирование зерна при перемещении его внутрицеховым транспортным оборудованием.....	15
1.5. Самотечные устройства, эксплуатируемые на элеваторах.....	22
1.6. Пути увеличения срока службы самотеков.....	25
1.7. Взаимодействие зернового потока и фасонных изделий само- течного транспорта.....	29
1.8. Влияние на полимерные материалы биологических факторов и агрессивных сред.....	68
1.9. Выводы.....	71
<b>Глава 2. Теоретическое обоснование снижения травмирования зер- на при применении полимерных материалов и экспериментальная проверка результатов.....</b>	<b>72</b>
2.1. Кинетика зерносмеси в самотечном трубопроводе.....	72
2.2. Разрушение зерна при его движении в самотечном трубопро- воде.....	80
2.3. Образование и развитие трещин в зерне при его движении по самотечному трубопроводу и ударном взаимодействии с препятствием.....	101
2.4. Влияние скорости удара зерна о стальную поверхность на об- разование в нем трещин.....	111
2.5. Влияние числа ударов зерна на образование трещин и на его разрушение при использовании преграды из полимерных материалов.....	123

<b>Глава 3. Исследование физико-механических и санитарно-гигиенических свойств при контакте продуктов зерноперерабатывающей промышленности с полимерными материалами.....</b>	<b>138</b>
3.1. Выбор полимерных материалов для их использования на зерноперерабатывающих предприятиях.....	138
3.2. Электростатическая искробезопасность при движении зерна по самотеку, футерованному полимерным материалом.....	140
3.3. Определение фрикционных свойств при контакте сыпучих продуктов с полимерными материалами.....	149
3.4. Санитарно-гигиеническая оценка полимерных материалов.....	179
<b>Глава 4. Исследование полимерных материалов в условиях их контакта с продуктами зерноперерабатывающей промышленности.....</b>	<b>191</b>
4.1. Определение износостойкости полимерных материалов.....	191
4.2. Влияние на полимерные материалы влажности зерна.....	206
4.3. Влияние на полимерные материалы температуры зерна.....	219
4.4. Стойкость полимерных материалов при их контакте со шротами высокомасличных семян.....	228
4.5. Стойкость полимерных материалов при их контакте с агрессивной средой.....	234
<b>Глава 5. Промышленное использование полимерных материалов для деталей самотечного оборудования и футеровки емкостей.....</b>	<b>238</b>
5.1. Исследование в производственных условиях износостойкости самотечных труб при их футеровке полимерными материалами.....	238
5.2. Область применения, характеристика и преимущества футеровочных листов.....	242
5.3. Разработка методики футеровки рабочей поверхности самотеков.....	244
5.4. Область применения и характеристики полимерного антиад-	

гезионного износостойкого покрытия.....	250
5.5. Разработка методики нанесения полимерного антиадгезионного износостойкого покрытия .....	253
5.6. Обобщение опыта промышленного использования полимерных материалов для футеровки деталей самотечного оборудования, головок и башмаков норий и обработки емкостей АИП.....	258
<b>Глава 6. Промышленное использование полимерных материалов в транспортном и технологическом оборудовании.....</b>	<b>265</b>
6.1. Использование полимерных материалов в нориях.....	265
6.2. Использование полимерных материалов в цепных конвейерах.....	268
6.3. Валки с полимерными покрытиями и деки из полимерного материала для шелушильных станков.....	271
6.4. Нестандартные изделия из полимерных материалов.....	272
6.5. Обобщение опыта использования полимерных материалов в транспортном и технологическом оборудовании.....	275
<b>Заключение.....</b>	<b>281</b>
<b>Литература.....</b>	<b>284</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Важнейшим критерием эффективной работы технологических линий по обработке, хранению и переработке зерна является улучшение его качества до уровня показателей, нормируемых государственными стандартами на партии различного целевого назначения, а также стабильность качества при транспортировке зерновых масс, подготовленных для поставки на переработку, продажи и других способов реализации.

Параллельно должны решаться вопросы улучшения санитарно – гигиенического состояния зерновых масс, экологии производства и окружающей среды, а также обеспечения повышения уровня взрывобезопасности.

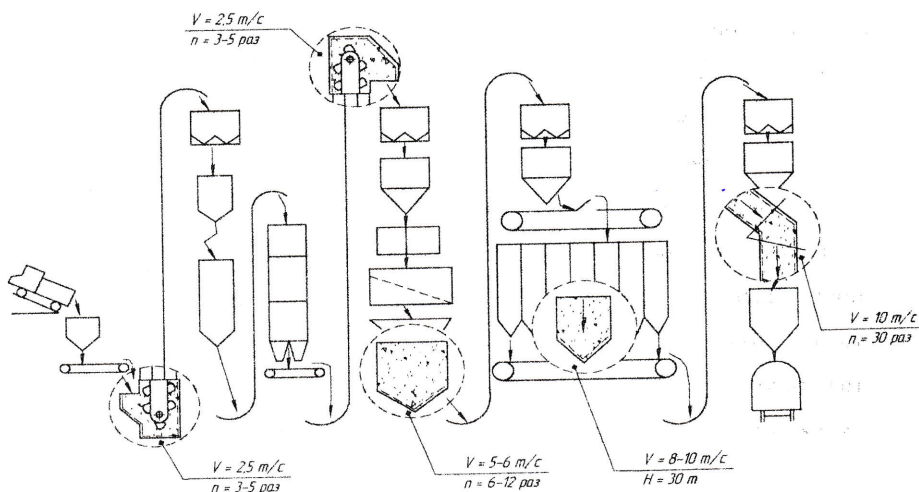
Государственными стандартами на зерно продовольственного назначения содержание сорной и зерновой примесей (битые, давленные, обрушенные, проход сита  $\varnothing 1$  мм и др.), а для отдельных культур (например, риса) и трещиноватых зерен, строго нормируется на определенном уровне. Увеличение этих фракций свидетельствует о травмировании зерна, что не обеспечивает надежной сохранности зерновых масс, снижает выход, ассортимент и ухудшает качество выпускаемой продукции.

Технология обеспечения сохранности зерна включает очистку, сушку, размещение в оперативных и накопительных емкостях временного хранения (для формирования партий определенного качества и состояний по влажности, засоренности), а также закладку подготовленных к реализации партий в емкости на более длительный срок для отгрузки потребителям.

В связи с этим предусматривается многократный подъем зерна нориями, перемещение по самотекам и цепными конвейерами. Данный процесс неизбежно сопровождается многократно ударно-стирающими воздействиями со стороны зернового потока на отдельные участки транспортного оборудования, а самого оборудования – на зерновую массу, что приводит к преждевременному износу оборудования и травмированию отдельных зерновок.

Так, например, (рис.0.1) многократное воздействие имеет место в

башмаках и головках норий при заборе и выбросе зерна ковшами (скорость зернового потока 2,5 м/с, количество соударений 3-5 раз), при заполнении зерном накопительных емкостей и силосов (скорость потока 8-10 м/с, высота падения достигает 30 м) и, наконец, при загрузке зерна в железнодорожные вагоны (скорость потока в самотеке около 10 м/с, количество соударений до 30 раз).



$n$  – число соударений;  $V$  – скорость удара;  $H$  – высота

Рис. 0.1. Участки травмирования зерна на элеваторах при его приемке, движении, обработке и закладке на хранение



Таким образом, одной из основных причин ухудшения качества зерна по содержанию сорной и зерновой примесей, а также трещиноватости при его обработке, хранении и отгрузке является травмирование его при перемещении по транспортным коммуникациям: стальным самотекам, нориям с металлическими ковшами, конвейерами с металлическими скребками, а также при загрузке партий зерна в металлические бункеры и железобетонные силосы с металлическими воронками в результате удара зернового потока о стенки и днище емкости. В свою очередь, воздействие зерновой массы приводит к истиранию металлических поверхностей, необходимости систематического ремонта, большей запыленности помещений и созданию условий повышенной взрывоопасности.

За рубежом на смену металлу (или в комплексе с ним) созданы полимеры нового поколения с высокими показателями износостойкости, долговечности и экономичности, требуемой упругости, эластичности и твердости по отношению к различным объектам транспортирования. Опыт промышленной эксплуатации показал, что применение полимеров в транспортном и технологическом оборудовании направлено на снижение травмирования зерна, улучшение экологических условий производства и окружающей среды и снижение взрывоопасности на зерноперерабатывающих предприятиях и на предприятиях элеваторно-складского хозяйства.

Поэтому научные исследования, направленные на совершенствование оборудования, улучшение условий для перемещения и сохранности продуктов зерноперерабатывающих предприятий за счет использования полимерных материалов являются актуальными.