

УДК 631.53

## **ЗАВАЛЬНАЯ ЯМА: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ТРЕБОВАНИЯ**

**Дондоков Юрий Жимитович**

*кандидат технических наук, доцент, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Россия*

**Аммосов Иннокентий Николаевич**

*инженер, ст. преподаватель, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Россия, aminnik@yandex.ru*

**Дринча Василий Михайлович**

*доктор технических наук, профессор, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Россия*

**Аннотация.** В статье представлена тенденция развития завальных ям, применяемых в зернопроизводстве. Выявлены преимущества и недостатки завальных ям различных конструкций. Приведены варианты агрегатирования завальных ям с транспортным и другим зерновым оборудованием, используемым в зерновых предприятиях. Обоснованы основные требования, предъявляемые к современным завальным ямам.

**Ключевые слова.** Зерно, зерновое предприятие, завальная яма, приямок, нория, выгрузной транспортер, машина предварительной очистки зерна, аэрируемый приемник влажного зерна.

## **INTAKE PIT: DEVELOPMENT TRENDS AND REQUIREMENTS**

**Dondokov Yuriy Zhigmitovich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia*

**Ammosov Innokentii Nikolaevich**

*Engineer, Senior Lecturer, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia, aminnik@yandex.ru*

**Drincha Vasilii Michailovich**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia*

**Abstract.** The article presents a tendency in the development of intake pits used in grain industry. The pros and cons of different designs are revealed. Variants of aggregation of intake pits with grain conveyors and other grain equipment used in grain plants are presented. The basic requirements for modern intake pits have been substantiated.

**Keywords.** Grain, grain plant, intake pit, catch grain pit, bucket elevator, unloading conveyor, grain pre-cleaner, ventilated intake pit for wet grain.

**Введение.** Поступающее зерно с поля на пункты приема и послеуборочной обработки зерна обычно направляется в бункера временного хранения влажного зерна или на сушку, или в хранилище, или на зернокомплекс. В некоторых случаях при отсутствии требуемых мощностей зерно выгружают непосредственно на площадки под навесом или на открытых токах.

Независимо от технологий обработки зерна для эффективного протекания процессов его послеуборочной обработки используют различные приемники комбайнового зернового материала. В практике эти приемники традиционно называют завальными ямами или приемными бункерами.

Завальными ямами или приемниками комбайнового зерна оснащаются практически все зерноочистительно-сушильные комплексы, а также отдельные хранилища, как горизонтального типа, так и силоса.

На практике зачастую выбор типа завальной ямы или ее параметров является узким местом в процессе обоснования проекта зерновой линии или зернового комплекса. Как правило, специалисты уделяют вопросам выбора приемников зерна значительно меньше внимания, чем машинам для очистки или сушилкам, что снижает эффективность процессов послеуборочной обработки зерна, приводит к порче зерна, зависанию зерна в приемниках, просыпаниям и применению дополнительных рабочих для обеспечения работоспособности приемников.

Вопросам обоснования оптимальных приемников зерна для зерновых комплексов уделялось не только недостаточное внимание в процессе проектирования, но и на стадии научных изысканий [1,3]. Подтверждением этому является и тот факт, что если практически по всем машинам для послеуборочной обработки разрабатывались агротехнические требования, стандарты, то по зерновым приемникам практически не существует нормативной документации.

До 50-х годов прошлого века при сравнительно небольших объемах производства зерна, когда его подрабатывали преимущественно на открытых площадках отдельными разрозненными зерноочистительными машинами с применением передвижных или стационарных малопроизводительных сушилок актуальность в устройствах, обеспечивающих прием зерна с поля, при высокой интенсивности его поступления была незначительной.

В начале 60-х и 70-х годов с существенным ростом объемов производства зерна, а также с увеличением комбайнового парка интенсивность поступления зерна на пункты послеуборочной обработки зерна резко возросла. В этот период зерновые хозяйства все больше применяют поточные технологии обработки зерна, количество свободных рабочих, которые могут быть заняты на токах, уменьшается, и вопросы приема зерна с поля в потоке становятся особо актуальными.

**Результаты и обсуждение.** Первым прообразом завальной ямы можно считать небольшое углубление или приямок со стороны башмака нории (фото 1).

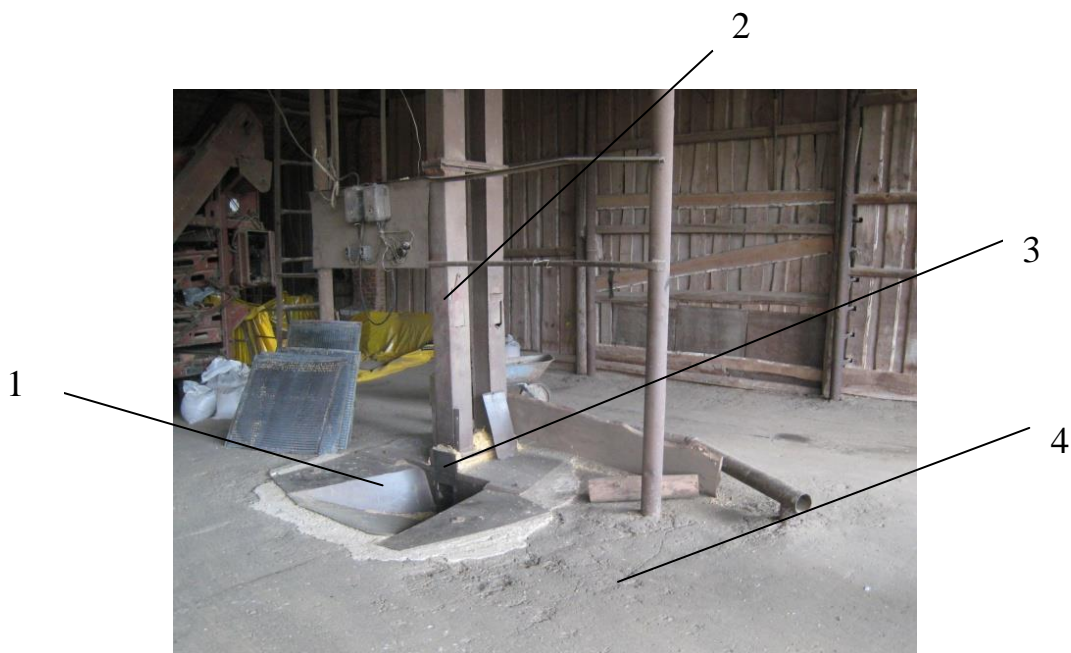


Фото 1. Приямок для подачи зерна в норию: 1 – приямок; 2 – колено нории; 3 – регулирующая заслонка; 4 – площадка приема зерна.

Площадка 4, окружающая приямок 1 служит местом накопления относительно небольших объемов зерна, которые поэтапно при помощи трактора с лопатой или вручную перемещают в сторону приямка. Из приямка зерно самотеком поступает в башмак нории и подается на дальнейшую обработку. Интенсивность загрузки нории регулируется путем перемещения заслонки 3.

Несмотря, казалось бы, на примитивность данного решения этот способ подачи зерна в отдельные машины или линию используется в небольших хозяйствах и по настоящее время, особенно при обработке небольших партий разных видов семян, например, перед подачей их в сушилку или на дополнительную специальную очистку.

Недостатками данного способа приема и подачи зерна являются:

- низкая производительность;
- высокие затраты ручного труда;
- возможность попадания камней из бетонированной площадки в зерно;
- возможность поступления колесной грязи и влаги в зерновой материал;
- доступность зерна грызунам и птицам, снижающим количество и качество зерна;
- возможность травмирования зерна кромками сгребующих отвалов;

- возможная порча зерна из-за отсутствия системы вентиляции;
- необходимость каждый раз по завершении работать подметать площадку;
- повышенная запыленность в зоне приема зерна.

Положительными сторонами данного решения являются:

- низкие инвестиционные вложения;
- простота способа, отсутствие сложных подающих механизмов;
- легкая очищаемость от материала предшествующей культуры;
- практически отсутствие расходов на ремонт и поддержания оборудования

в исправном состоянии.

Таким образом, несмотря на тривиальность приведенного примера можно видеть, что приемники зерна обладают рядом важных технологических функций на пунктах обработки зерна.

Наиболее распространенные завальные ямы являются стационарными [2,3]. Современные завальные ямы для приема комбайнового зерна обычно представляют собой блочно-модульную конструкцию, включающую сборные модули из оцинкованной или из черного металла гладкой листовой стали, а также бетонного сооружения, на которое устанавливается приемник и нория.

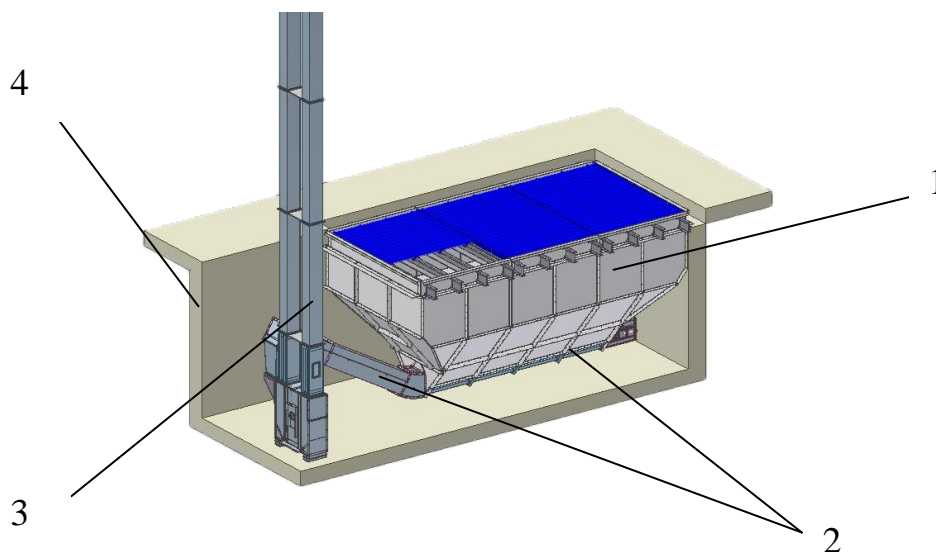


Рисунок 1. Схема завальной ямы (утепленного исполнения, ниже уровня земли):

- 1 – приемный накопительный бункер; 2 – выгрузной транспортер; 3 - колено нории; 4 – бетонная яма.

Применение завальных ям утепленного исполнения является удобным, особенно при необходимости встраивания ямы в общее здание зернокомплекса. Однако при высоком уровне грунтовых вод их применение является проблематичным. В практике эту проблему решают путем гидроизоляции бетонной ямы или выкапыванием по периметру дренажного канала и периодическим откачиванием

накопившейся воды. Естественно, оба варианта приводят к удорожанию всего оборудования.

Одним из экономных вариантов в случае высокого уровня грунтовых вод является установка напольного приемного бункера, которые относительно часто применяются в закрытых помещениях. Например, приемный бункер, установленный перед сушилкой «Arska» (Финляндия) (фото 2). Особенностью данного приемного бункера является то, что выгрузка зерна из транспортного средства производится через задний борт, а в нижней части приемного бункера установлен высокопроизводительный шнековый транспортер, подающий зерно в загрузочную норию сушилки.



Фото 2. Напольный приемный бункер, установленный перед сушилкой «Arska» (Финляндия): а – вид спереди (справа); б – вид сзади (слева).

За рубежом широкое распространение получили завальные ямы (утопленного исполнения) с выгрузным скребково-цепным транспортером, при этом выгрузка зерна из транспортного средства осуществляется через задний борт. Такого типа завальные ямы обычно устанавливаются перед металлическими хранилищами (фото 3).



Фото 3. Завальная яма (утопленного исполнения), установленная перед металлическим хранилищем (Дания).

Для случаев с повышенным уровнем грунтовых вод отечественная промышленность и зарубежные компании производят приемные бункеры надземного исполнения (фото 4).

Использование оцинкованных листов с высокой плотностью оцинкования позволяет завальные ямы использовать на открытом воздухе. При этом следует заметить, что все ямы независимо от их исполнения при эксплуатации вне зданий должны снабжаться чехлами, препятствующими попаданию осадков внутри бункера.



а

б

Фото 4. Завальные ямы надземного исполнения: а – общий вид без надстроечных бортов; б – яма в рабочем положении, рядом с зернохранилищем фирма «Jema» (Дания).

Зерно из бункеров завальных ям в норию или в другой транспортер может поступать самотеком (под действием гравитационных сил) или при помощи дополнительных транспортеров, встраиваемых в днище бункера.

Помимо стационарных приемных устройств существуют мобильные приемные бункеры, которые могут быть применены как основные приемники для загрузки хранилищ, так и в качестве запасных при выходе из строя, например, приемной нории.

Сложность проблемы выбора завальной ямы обусловлена несколькими группами факторов:

- недостаточным объемом информации по различным возможным вариантам технических решений завальных ям;
- большими инвестиционными вложениями в приемлемые решения;
- дорогостоящими механизмами завальной ямы и большой стоимостью строительной части;
- растущими требованиями экологии к приемникам зерна.

Сравнительно небольшие хозяйства, не имеющие возможности приобретения современной завальной ямы, находят частные решения с применением имеющихся в хозяйстве механизмов и строительных материалов. Естественно при этом главным критерием является минимизация расходов.

Типичным примером является отделение приема, с завальной ямой построенное в 2019г. в ЗАО Гарское (Ивановская обл.) (фото 5).

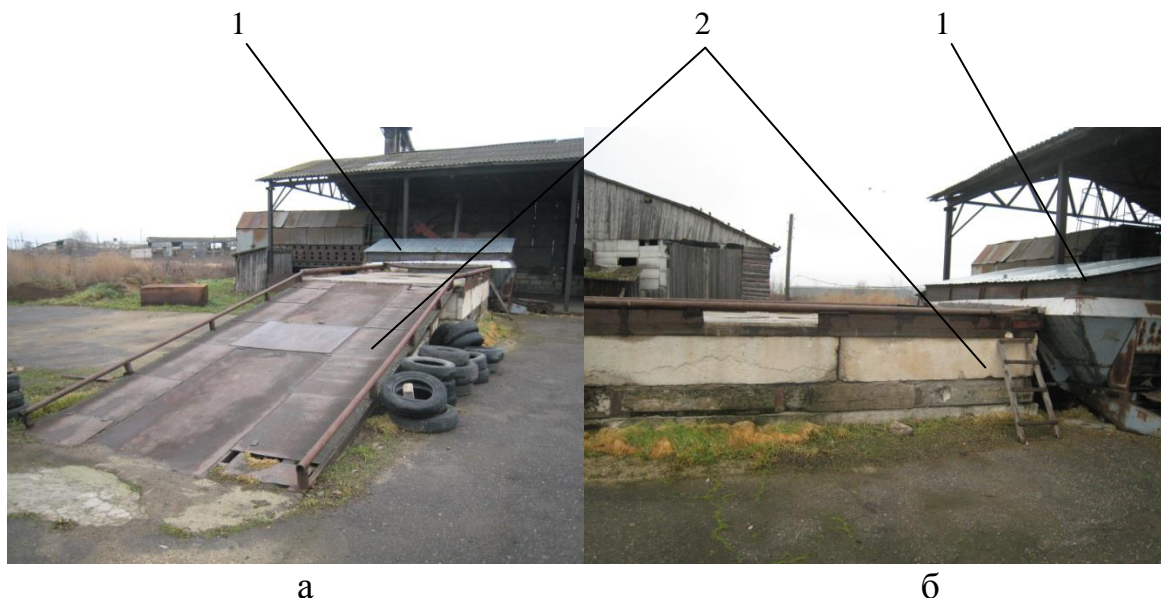


Фото 5. Завальная яма и пандус для выгрузки через задний борт:  
1 - завальная яма с крышкой; 2 – пандус.

В качестве емкости завальной ямы использован кузов разбрасывателя удобрений РУМ-8.

Выгрузка зерна из емкости осуществляется при помощи обычного шнекового транспортера длиной 7 м и производительностью 10 т/ч на зерне пшеницы (фото 6).

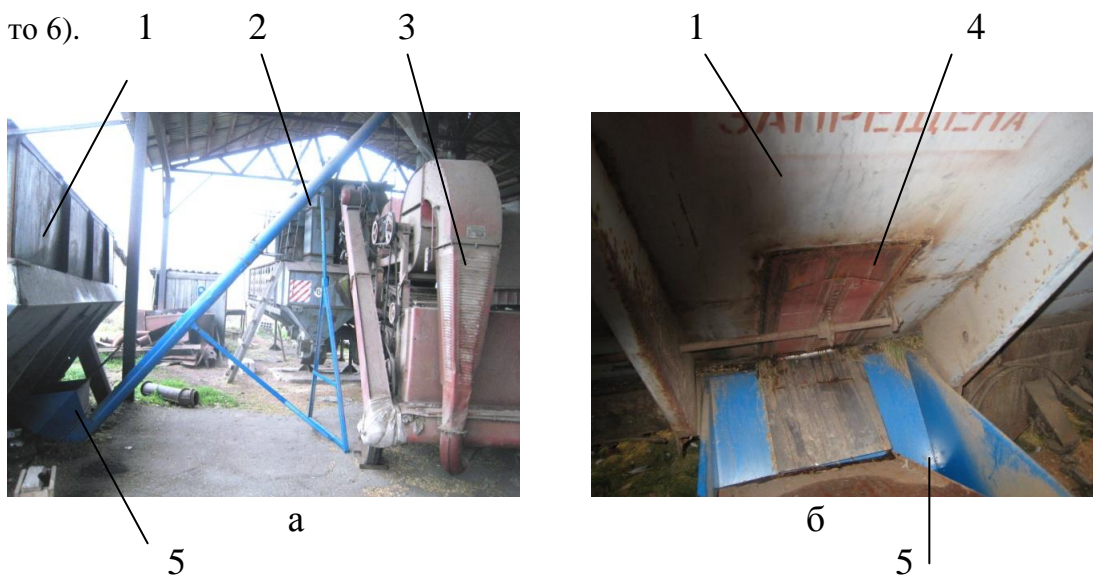


Фото 6. Отгрузка зерна из завальной ямы шнеком и подача его в машину предварительной очистки ОВС-25 (а) и регулировка подачи зерна заслонкой при выгрузке его из завальной ямы (б):  
1 – емкость завальной ямы; 2- наклонный шнек; 3 – машина предварительной очистки ОВС-25;  
4 – регулируема заслонка подачи зерна в шнек; 5 – приемник шнека.

Данное решение имеет минимальную стоимость и приемлемо при интенсивности поступления зерна с поля не более 10 т/ч, т.е. грубо при одном работающем комбайне и невысокой урожайности до 30 ц/га.

Аналогичные экономные решения встречаются и в других хозяйствах. Дело в том, что применение шнека в качестве выгрузного элемента позволяет максимально минимизировать расходы в сравнении с другими выгрузными механизмами.

Следует заметить, что за рубежом также широко применяются приемники зерна, изготовленные из подручных средств [4, 5].

В качестве выгрузных транспортеров наряду со шнеками в завальных ямах могут применяться:

- скребково-цепные транспортеры;
- пневматические выгрузные устройства.

Производительность или подача приемных устройств (т/ч) регулируются разными способами в зависимости от их конструкции. Так при самотечной выгрузке производительность регулируют при помощи обычных плоских заслонок, при применении выгрузных шнеков – применением кожухов, перекрывающих длину открытой части спирали, а при применении скребково-цепных транспортеров – использованием пластин, регулирующих поступление зерна на нижнюю ветвь скребков (фото 7).



Фото 7. Фрагмент завальной ямы модульного исполнения с скребково-цепным транспортером:  
1 – регулируемые пластины, установленные вдоль нижней ветви скребково-цепного транспортера.



Прием влажного комбайнового зерна, т.е. когда влажность его превышает 19%, особенно при высокой его засоренности становится проблемой. Влажное зерно с повышенной засоренностью – малосыпучий материал, который очень быстро слеживается и, даже при углах наклона стенок завальной ямы близких к вертикальным, он теряет сыпучесть.

Компания Техноград на протяжении ряда лет изготавливает линейку приемников зерна, предназначенных в первую очередь, для применения во влажных зонах (рис. 2 и табл. 1).

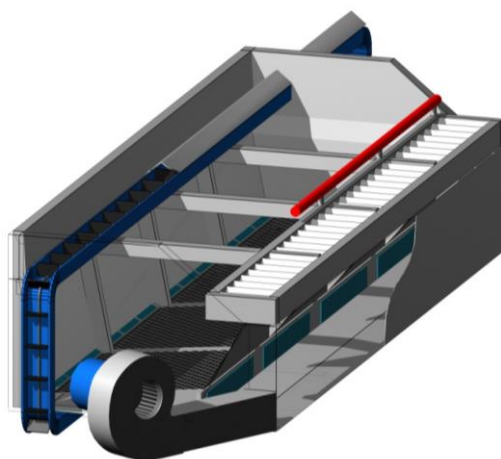


Рисунок 2. Общий вид аэрируемого приёмника влажного зерна (АПВЗ).

Наименование показателя	Значение показателя для приемников						
	АПВЗ-20	АПВ 3-30	АПВ 3-40	АПВ 3-50	АПВ 3-60	АПВЗ -80	АПВЗ-100
Вместимость по пшенице, м <sup>3</sup> , не менее	20	30	40	50	60	80	100
Количество секций, ед.	2	3	4	5	6	8	10
Объем одной секции м <sup>3</sup> , не менее	10						
Габаритные размеры, м, не более							
длина	7	8,2	10,4	12,6	14,8	19,2	23,6
ширина	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
высота	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2

Таблица 1. Техническая характеристика аэрируемого приёмника влажного зерна (АПВЗ)

Аэрируемые приемники зерна АПЗ в сравнении с аналогами выгодно отличаются функциональными возможностями, обеспечивающими прием зерна практически любой влажности и засоренности.

Большие объемы приемных бункеров приемников АПЗ обеспечивают не только прием зерна из транспортного средства любой вместимости и конфигурации, но и служат накопительным звеном линии обработки.

Основными технологическими параметрами при выборе завальной ямы являются объем приемного накопительного бункера и производительность выгрузного транспортера, которые зависят от следующих основных факторов:

- комбайнового парка;
- применяемых транспортных средств и их объемов кузовов;
- конфигурации и производительности зернового комплекса;
- почвенно-климатических условий;
- видов выращиваемого зерна.

Основное практическое правило при выборе объема накопительного бункера состоит в том, что он должен обеспечивать беспрепятственный прием зерна из транспортного средства с наибольшей вместимостью кузова.

Производительность выгрузного транспортера бункера должна быть не меньше суммарной производительности комбайнов. В случае планового увеличения комбайнового или прогнозируемого применения комбайнов более высокой производительности следует производительность выгрузного транспортера увеличивать на коэффициент увеличения производительности комбайнов.

**Заключение.** В общем, применение и конструкции завальных ям должны удовлетворять следующим требованиям:

- стационарные завальные ямы рекомендуется размещать внутри зданий, а при невозможности над ними должен быть сооружен навес, защищающий их от осадков;
- в случае применения завальных ям вне зданий они должны быть защищены специальным водонепроницаемым чехлом, исключающим попадание влаги в зерно и накопительный бункер;
- для предотвращения травм в завальной яме следует установить над ней предохранительную решетку, размеры ячеек решетки не должны превышать 150x150 мм, диаметр прутка - 16мм.
- завальная яма должна быть оснащена устройством регулирования производительности;
- выгрузные транспортеры должны обеспечивать максимальную равномерность подачи независимо от объемов зерна в бункере;
- по возможности исключать травмирование зернового материала;
- исключать просыпание зерна на землю во время разгрузки автомобильного транспорта;
- во избежание зависания зерна в бункере, угол наклона его стенок к горизонту не должен быть меньше 45°, а в самом бункере не должны находиться любые горизонтальные площадки;
- легко очищаться от зерна предшествующей культуры;

- должны оснащаться обеспыливающими устройствами.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что завальная яма является важным звеном зернового комплекса, определяющее не только его функционирование, но и является синхронизирующим звеном с работающим в паре комбайновым парком и полевым транспортом, доставляющим комбайновое зерно.

### **Литература.**

1. Книга Ю.А. Повышение эффективности приёма и предварительной подработки зерна с использованием приёмников активного типа. Диссертация на соискание к.т.н. Красноярск. 2011. с. 150.
2. Пунков, С.П., Стародубцева А.И. Хранение зерна элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. 2-е изд., дополн. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1990. 367с.
3. Юкиш А.Е., Ильина О.А. Техника и технология хранения зерна. М., ДеЛи принт, 2009. с. 718
4. Grain Drying, Handling and Storage Handbook. MWPS. Second edition. 1987, 91 p.
5. Gregg B., Billups G. Seed conditioning Vol. 1. Management. USA: Science Publishers. 2009. 469.

© Дондоков Ю.Ж., Аммосов И.Н., Дринча В.М., 2021