

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии пищевых производств

Е.В. Волошин

ЭЛЕВАТОРЫ И СКЛАДЫ. РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕВАТОРА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2020

УДК 664.72 (075.8)
ББК 36.821 я 73
В68

Рецензент – кандидат технических наук, доцент С.В. Антимонов

Волошин, Е.В.
В68 Элеваторы и склады. Расчет основного технологического оборудования заготовительного элеватора: методические указания / Е.В. Волошин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 47 с.

Методические указания предназначены для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Элеваторы и склады» очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья по общему профилю подготовки.

УДК 664.72 (075.8)
ББК 36.821 я 73

Содержание

Введение.....	5
1 Определение годового грузооборота и объема работы элеватора в наиболее напряженные сутки	7
1.1 Определение годового грузооборота	7
1.2 Прием зерна с автомобильного транспорта в наиболее напряженные сутки	8
1.3 Максимальный суточный прием (отпуск) зерна с железнодорожного транспорта.....	9
1.4 Определение объема очистки и сушки зерна в наиболее напряженные сутки	10
2 Приемные устройства элеваторов	14
2.1 Приемные устройства с автомобильного транспорта	14
2.2 Приемные устройства с железнодорожного транспорта	16
3 Расчет оборудования для приема и отпуска зерна	19
3.1 Прием с автомобильного транспорта.....	19
4 Отпускные устройства элеваторов	24
4.1 Устройства для отпуска зерна на автомобильный и железнодорожный транспорт.....	24
4.2 Отпуск зерна на предприятие	27
4.3 Прием и отпуск зерна на железнодорожный транспорт	27
5 Расчет и выбор основного технологического и транспортного оборудования	31
5.1 Расчет зерноочистительного оборудования	31
5.2 Расчет зерносушилок	34
5.3 Расчет и работа норий.....	37
5.4 Выбор количества и производительности (грузоподъемности) элеваторных весов.....	41
5.5 Выбор производительности и количества транспортеров.....	43

5.6 Выбор самотечного оборудования	44
5.7 Обработка отходов	44
Список использованных источников	47

Введение

На элеваторно-складскую промышленность, которая является технической базой системы государственного централизованного хлебооборота, возложены следующие основные обязанности:

1) принимать зерно в зависимости от района выращивания в течение 20-30 дней;

2) обрабатывать зерно (очищать, сушить, вентилировать и др.); на послеуборочную обработку зерна приходится более 30 % всех трудовых затрат при возделывании зерновых;

3) длительно хранить зерно (в зависимости от качества и его назначения);

4) принимать от семеноводческих хозяйств сортовое семенное зерно, семена трав, гибридные и сортовые семена кукурузы, обрабатывать их, хранить, снабжать ими хозяйства;

5) транспортировать зерно в районы потребления и экспорта;

6) обеспечивать зерном необходимого качества перерабатывающие предприятия (мукомольные, крупяные и др.);

7) снабжать (обеспечивать) население страны продуктами переработки зерна;

8) хранить государственные запасы на случай неурожая, стихийных бедствий и др.

Для решения этих задач элеваторно-складская промышленность располагает необходимой технической базой, которую в зависимости от целевого назначения, можно условно разделить на три звена.

Первое звено - заготовительное. Его основные задачи: принимать зерно от хлебосдатчиков, первично очищать, сушить, формировать крупные партии и хранить до отпуски на железнодорожный транспорт, водный или автомобильный.

К первому звену относят линейные (пристанционные, пристанские) и глубинные хлебоприемные предприятия, имеющие элеваторы и склады. Такие предприятия расположены в районе производства зерна, и их работа носит сезонный характер, так как основная масса зерна поступает в течение 20-30 суток, а отгружают зерно в течение всего года.

Второе звено - промежуточное. В нем осуществляют длительное промежуточное хранение зерновых запасов или передают его с одного вида транспорта на другой. Для обеспечения сохранности здесь также зерно очищают, сушат и проводят другие технологические операции. Ко второму звену относят базисные, фондовые и перевалочные предприятия.

В некоторых случаях на предприятия этого звена зерно поступает непосредственно от хлебосдатчиков.

Третье звено - конечное. Здесь зерно отпускают потребителям через производственные и портовые элеваторы (на экспорт).

1 Определение годового грузооборота и объема работы элеватора в наиболее напряженные сутки

1.1 Определение годового грузооборота

Годовой грузооборот определяется по формуле:

$$Q = E \cdot K_0, \text{ т} \quad (1.1)$$

где E – емкость хранилища;

K_0 – коэффициент оборота емкости.

Коэффициент оборота элеваторов различных типов колеблется в широких пределах: 0,8 – 1,5 для заготовительных.

Основной объем операций на элеваторах выполняется в наиболее напряженный период – период заготовок. Продолжительность расчетного периода заготовок P_p принимается в зависимости от климатических условий: для восточной зоны $P_p = 30$ сут.; для центральной зоны – 20 сут.; для южной – 15 сут.

Для кукурузы в початках и подсолнечника $P_p = 25$ сут.; для риса – зерна – 20 сут.

В течение расчетного периода заготовок следует учитывать поступление 80 % планируемого объема заготовок зерна.

Годовой объем приема и отпуска зерна по видам транспортом определяют в соответствии с заданием на проектирование по формуле:

$$A = \frac{Q \cdot n}{100}, \text{ т} \quad (1.2)$$

где Q – грузооборот элеватора, т/год;

n – доля приема с определенного вида транспорта, %.

Производительность и количество необходимого технологического и транспортного оборудования зернохранилищ определяют по максимальному суточному поступлению зерна в период заготовок. За расчетные сутки принимаются наиболее напряженные по основанию операций и их объему. Кроме этого необходимо учитывать неравномерность поступления зерна в течение суток.

Для расчета количества и производительности оборудования для приема зерна с различных видов транспорта необходимо определять часовое поступление зерна с учетом часовой неравномерности.

1.2 Прием зерна с автомобильного транспорта в наиболее напряженные сутки

Прием зерна с автомобильного транспорта в наиболее напряженные сутки определяется по формуле:

$$a_{\text{сут}} = \frac{0,8 \cdot A_{\text{ат}} \cdot K_c}{P_p}, \text{ т/сут} \quad (1.3)$$

где $A_{\text{ат}}$ – количество зерна, поступающего от хлебосдатчиков автотранспортом за весь период заготовок, т;

0,8 – коэффициент, учитывающий поступление зерна в период заготовок;

P_p – продолжительность расчетного периода заготовок, с;

K_c – коэффициент суточной неравномерности поступления зерна (таблица 1.1).

1.3 Максимальный суточный прием (отпуск) зерна с железнодорожного транспорта

Максимальный суточный прием (отпуск) зерна с железнодорожного транспорта определяется по формуле:

$$V_{\text{сут}} = \frac{A_{\text{жд}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{с}}}{30M}, \text{ т/сут} \quad (1.4)$$

где $V_{\text{сут}}$ – расчетный суточный объем погрузки (разгрузки), т;

$A_{\text{жд}}$ – годовое количество зерна, поступающего по железной дороге (согласно заданию), т;

$K_{\text{м}}$ – коэффициент месячной неравномерности – 2;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент суточной неравномерности – 2,5;

M – расчетное число месяцев в году по погрузочно-разгрузочным работам – 11 мес.

Таблица 1.1 - Значение коэффициентов суточной и часовой неравномерности при приеме зерна с автотранспорта

Районы или зоны	Коэффициенты суточной неравномерности $K_{\text{с}}$	Коэффициент часовой неравномерности $K_{\text{ч}}$
Для колосовых культур:		
Восточная	1,6	1,6
Центральная	1,4	1,6
Южная	1,3	1,6
Независимо от района для хлебоприемных предприятий с годовым приемом до 20 тыс. т.	1,8	1,6
Для позднеспелых культур (кукуруза в початках, подсолнечник, рис – зерно)	1,6	1,6

В наиболее напряженные сутки работы элеватора включают максимальный суточный объем очистки и сушки зерна.

На заготовительных элеваторах необходимо предусматривать очистку и сушку максимального суточного поступления зерна.

Величину засоренности и влажности колосовых культур принимают по таблице 1.2.

1.4 Определение объема очистки и сушки зерна в наиболее напряженные сутки

При определении объема очистки и сушки зерна в наиболее напряженные сутки необходимо учитывать число одновременно поступающих партий. Число возможных партий устанавливается заданием или принимается самостоятельно, учитывая данные таблицы 1.2 по (примерной) схеме (рисунок 1.1).

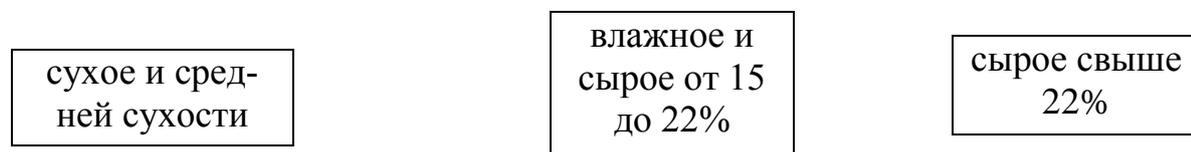
Масса зерна каждой партии P_i определяется процентным соотношением партий по влажности и засоренности в зависимости от района произрастания. Правильность разбивки зерна по партиям проверяет следующим образом:

$$\sum_{i=0}^9 P_i = A_{\text{max сут}} \quad (1.5)$$

Для определения объема обработки результаты разбивки зерна на партии целесообразно оформить в виде таблицы 1.3, где вместо знака “+”, говорящего о том, что данную партию зерна надо подвергнуть обработке, ставят величину соответствующей партии зерна в тоннах.

Максимальное суточное
поступление зерна

по влажности



по засоренности

до 1 %	1-3 %	3-5 %	до 1 %	1-3 %	3-5 %	свыше 5%	1-3 %	3-5 %	свыше 5%
--------	-------	-------	--------	-------	-------	----------	-------	-------	----------

Рисунок 1.1 – Примерная схема при определении числа возможных партий зерна

Таблица 1.2 – Значения засоренности и влажности колосовых культур

Показатель качества зерна	Количество поступающего зерна, %		
	Районы сы- рым и влаж- ным зерном	Районы с зер- ном средней влажности	Районы с сухим зерном
Сухое и средней сухости влажностью до 15 % включительно	10	40	60
Влажностью от 15 % до 17 %	10	30	20
Влажностью от 17 % до 22 %	35	30	20
Влажностью от 22 % до 26 %	30	-	-
Влажностью от 26 % до 30 % включи- тельно	15	-	-
Засоренностью до 1 %	-	20	50
Засоренностью от 1 % до 3 %	-	60	45
Засоренностью от 3 % до 5 %	40	10	5
Засоренностью свыше 5 %	60	10	-
Примечание – в таблице отражено максимальное суточное поступление.			

Объем предварительной обработки $P_{пр}$ составит:

Таблица 1.3 – Необходимость в очистке и сушке зерна в зависимости от показателей его качества

№ партии	Влажность %	Засоренность %	Предварительная очистка	1-я очистка	сушка	2-я очистка
P ₀	до 15	до 1	-	-	-	-
P ₁	до 15	1-3	-	-	-	+
P ₂	до 15	3-5	-	+	-	+
P ₃	от 15 до 20	до 1	-	-	+	-
P ₄	от 15 до 20	1-3	-	-	+	+
P ₅	от 15 до 20	3-5	-	+	+	+
P ₆	от 15 до 20	свыше 5	+	+	+	+
P ₇	свыше 22	1-3	-	-	+	+
P ₈	свыше 22	3-5	-	+	+	+
P ₉	свыше 22	свыше 5	+	+	+	+

$$P_{\text{пр}} = P_6 + P_9, \text{ T} \quad (1.6)$$

Принимаем; что при предварительной очистке выделяется 1,5 % отходов от массы очищаемого зерна, следовательно, их количество составит:

$$P_{\text{соп}}^{\text{пр}} = \frac{P_{\text{пр}} \cdot 1,5}{100}, \text{ T} \quad (1.7)$$

На первую очистку пойдет зерно, подлежащее этой очистке, минус количество отходов, выделенных при предварительной очистке.

$$P_{1\text{оч}} = P_2 + P_5 + P_8 + P_6 + P_9 - P_{\text{соп}}^{\text{пр}}, \text{ T} \quad (1.8)$$

Количество отходов, выделенных на 1-й очистке, составляет 1,5 % от массы зерна, подлежащего очистке, т.е.:

$$P_{\text{соп}}^{1\text{оч}} = \frac{P_{1\text{оч}} \cdot 1,5}{100}, \text{ T} \quad (1.9)$$

После 1-ой очистки зерно с влажностью выше 15 % необходимо направить на сушку. Объем сушки определяется так:

$$P_{\text{суш}} = P_3 + P_4 + P_7 + \left(P_{1\text{оч}} - P_{\text{сор}}^{\text{1оч}} - P_2 + \frac{P_2 \cdot 1,5}{100} \right), \text{ Т} \quad (1.10)$$

Для определения объема второй очистки необходимо рассчитать убыль влаги каждого потока в результате сушки и уменьшение массы зерна в результате удаления сора при очистке.

Объем вторичной очистки можно определить по формуле:

$$P_{2\text{оч}} = P_1 + P_2 - \frac{P_2 \cdot 1,5}{100} + \sum_{j=4}^9 \left(P_i - \frac{\mu \cdot 1,5 \cdot P_j}{100} \right) \frac{100 - W_{\text{н}}}{100 - W_{\text{к}}}, \text{ Т} \quad (1.11)$$

где j – номера потоков, подлежащих сушке;

μ – количество очисток данного потока до сушки включая предварительную и первую;

$W_{\text{н}}$ – исходная влажность потока, %;

$W_{\text{к}}$ - влажность потока после сушки, принимать 14 %.

Во время второй очистки выделяется 2,5 % отходов от массы зерна.

Максимальный суточный объем очистки определяют по формуле:

$$P_{\text{максут.оч.}} = P_{1\text{оч}} + P_{2\text{оч}}, \text{ Т} \quad (1.12)$$

Предварительная очистка включается в максимальный суточный объем очистки только в том случае, если она осуществляется на машинах, обслуживающих основными нориями элеватора, т.е. в рабочем здании элеватора.

2 Приемные устройства элеваторов

2.1 Приемные устройства с автомобильного транспорта

Объем погрузочно-разгрузочных работ на хлебоприемных предприятиях исчисляется сотнями миллионов тонн. Из них на работы, связанные с погрузкой и разгрузкой автомобилей и железнодорожных вагонов, приходится более 60 %. Все это предъявляет большие требования к приемным устройствам элеваторов.

Приемка зерна с автомобильного транспорта является основной операцией на хлебоприемных предприятиях в период, заготовок зерна.

От правильной организации данной операции зависит, смогут ли предприятия в установленные сроки принять, разместить и обработать все поступающее зерно различного качества и целевого назначения при минимальных затратах и простоях автомобильного транспорта.

Успешное выполнение приемки зерна с автомобильного транспорта зависит от состава, количества и производительности оборудования устройств, соответствующих характеру поступления автомобильного транспорта: его типу и грузоподъемности, числу и объемам доставляемых партий зерна различных культур и их качества.

Современное приемное устройство с автомобильного транспорта, представляющее собой полностью механизированный цех. Первые приемные устройства выполняли в виде небольших бункеров, расположенных вдоль элеватора. Они вполне справлялись с погрузочно-разгрузочными работами в тот период, когда зерно от хлебосдатчиков принимали небольшими партиями. С течением времени приемное устройство с автомобильного транспорта изменяли в связи с увеличением объема заготовок зерна и сокращением сроков его приемки.

С началом серийного выпуска универсальных автомобилеразгрузчиков АВС-50 (рисунок 2.1) технически решена проблема выгрузки зерна из всех ви-

дов автомобилей и автопоездов.

Современное приемное устройство должно включать в себя универсальный автомобилеразгрузчик, приемный бункер, работающий по принципу самотека, специализированные на приемке транспортные механизмы (конвейер, нория) и накопительные бункера для формирования поступающих партий зерна.

Наличие накопительных бункеров в приемном устройстве делает его универсальным в технологическом отношении, т.е. позволяет принимать и формировать несколько партий зерна и повышает использование основных норий, другого транспортного и технологического оборудования элеватора.

Накопительные бункера необходимо предусматривать непосредственно при приемном устройстве с автомобильного транспорта. На элеваторах, имеющих значительные размеры рабочего здания, можно предусмотреть накопительные бункера в здании, тем самым не создавать для них на территории предприятия отдельного сооружения.

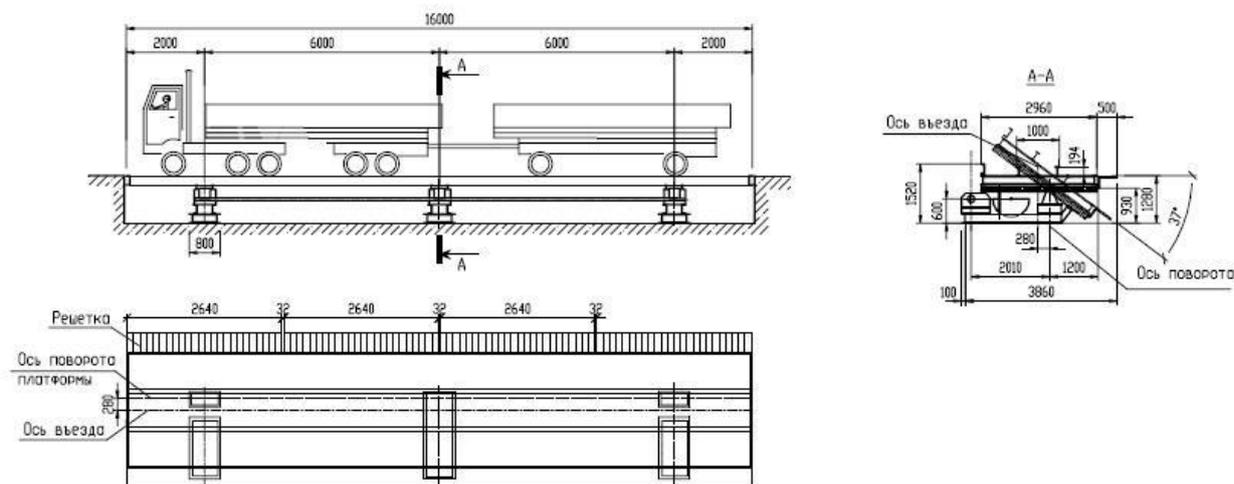


Рисунок 2.1 - Приемное устройство для зерна с автомобильного транспорта ABC-50

2.2 Приемные устройства с железнодорожного транспорта

Перевозки зерна на железнодорожном транспорте занимают довольно значительное место в общем объеме перевозок. В настоящее время в стране этим транспортом ежегодно перевозят около 100 млн т. зерна. Уровень механизации этих работ составляет 96 %, из них на долю стационарной механизации приходится более 70 %.

Современное приемное устройство с железнодорожного транспорта выполняют в виде отдельного сооружения, расположенного на некотором расстоянии от элеватора. Простейшее приемное устройство (аналогичное приемному устройству с автомобильного транспорта) - бункер, в который зерно выгружают из вагона. Затем зерно передают в основную норию при помощи специального конвейера.

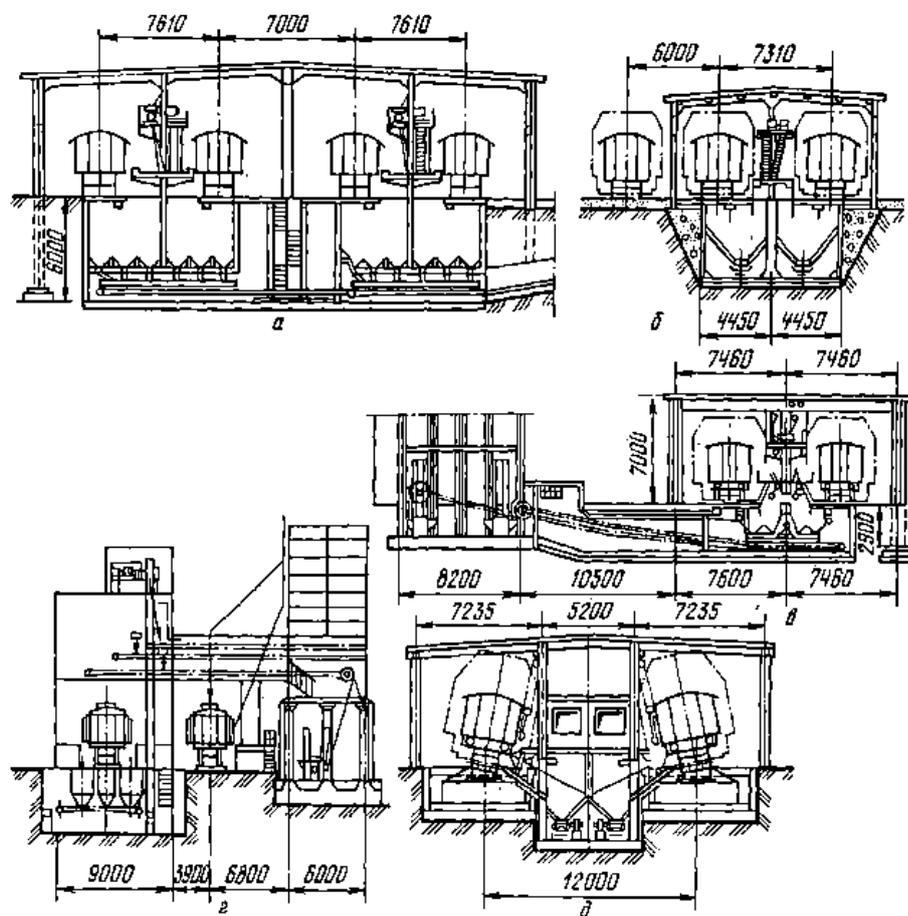
Вагоны можно разгружать при помощи: стационарных или передвижных механических лопат; инерционных вагоноразгрузчиков; пневматических всасывающих установок.

Применение пневматических установок увеличивает расход электроэнергии, но при этом значительно облегчается труд и достигаются нормальные санитарные условия для рабочих. Наиболее распространен способ разгрузки вагонов при помощи стационарной механической лопаты, производительность которой 100-120 т/ч.

Сооружение приемных устройств с железнодорожного транспорта обходится очень дорого, а при высоком уровне грунтовых вод приходится устраивать очень сложную и дорогостоящую гидроизоляцию. Поэтому широкое применение находит приемное устройство с бункерами мелкого заложения. Отличительная особенность этого типа приемного устройства следующая: небольшая глубина заложения бункеров; необходимость одновременной разгрузки вагона и работы приемного конвейера из-за малой вместимости бункера (6-10 т), сравнительно короткое расстояние приемного устройства от рабочего здания

элеватора (из-за незначительного заглубления 3 м); стоимость такого устройства значительно ниже, чем при бункерах глубокого заложения.

Приемное устройство с бункерами мелкого заложения при использовании механических лопат приемлемо для элеваторов с норями производительностью 100 т/ч. Для норий производительностью 175 т/ч эти бункера не обеспечивают их полную загрузку, поэтому необходимо приемное устройство с бункерами полного заложения поперечного и продольного типов (рисунок 2.2).



а - поперечного типа; *б* - продольного типа; *в* - с бункерами мелкого заложения; *г* - с норями; *д* - с установкой для инерционной разгрузки вагонов.

Рисунок 2.2 - Приемные устройства для зерна с железнодорожного транспорта

В приемном устройстве поперечного типа конвейеры расположены перпендикулярно железнодорожным путям, а в продольном - параллельно. Приемное устройство поперечного типа полного профиля дает наиболее короткую линию передачи зерна, требует наименьшего числа электродвигателей и обеспечивает лучшую эксплуатационную работу.

Как недостаток следует отметить, что большое заглубление приемных бункеров (6,5-7,5 м) требует значительных капитальных затрат и сложных гидроизоляционных работ. Длина железнодорожных путей получается значительной.

При продольном типе приемного устройства значительно сокращается длина железнодорожных путей; заглубление бункеров составляет 4,0-5,5 м, что позволяет легко увязывать это устройство с рабочим зданием элеватора, выбирая необходимую глубину заложения фундаментной плиты последнего. Однако в этом случае характерны значительно большая длина передачи зерна, большее число электродвигателей и более сложное обслуживание конвейеров.

Сложность строительных работ и значительные капитальные вложения, связанные с сооружением приемных устройств, обуславливают необходимость технических решений, способствующих повышению уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ при приемке зерна с железнодорожного транспорта.

В настоящее время ведутся работы по дальнейшему совершенствованию существующих и поиску новых типов приемных устройств, а также способов разгрузки железнодорожных вагонов. Одна из причин в том, что для перевозки зерна начали внедрять вагоны-зерновозы (хопперы). Перспективный тип вагона с раздвижными крышами и саморазгружающийся вагон-зерновоз. Вагон-зерновоз грузоподъемностью 70-100 т разгружают без рабочих в течение 3-4 мин. Для разгрузки зерновозов на элеваторах предусматривается создание дополнительных и реконструкция существующих приемных устройств.

3 Расчет оборудования для приема и отпуска зерна

3.1 Прием с автомобильного транспорта

Основной объем приема заготовительных элеваторов отпускается на долю автомобильного транспорта. Для определения качества зерна, поступающего от хлебосдатчиков, предусматривается приемная лаборатория.

Количество автомобилей поступающих в минуту – λ определяется по формуле:

$$\lambda = 0,000605 \frac{A_{\text{ат}} \cdot K_c}{P_p \cdot q}, \text{ шт/мин} \quad (3.1)$$

где $A_{\text{ат}}$ – количество зерна поступающего в период заготовок (автотранспортом), т;

K_c – коэффициент суточной неравномерности (таблица 1.1);

q – средняя грузоподъемность автомобилей 15т.

Количество одновременно обрабатываемых автомобилей определяется по формуле:

$$z = 3\lambda, \text{ шт} \quad (3.2)$$

где 3 – время для обработки 1-ого автомобиля, мин;

Площадь визировочной лаборатории определяется по формуле:

$$S = 5,5z, \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

где 5,5 - нормативная площадь лаборатории на один обрабатываемый автомобиль, м^2 .

Примечание: площадь лаборатории должна быть не меньше 16 м².

Длина эстакады приемной лаборатории – l определяют по формуле:

$$l = \frac{12z}{m}, \text{ м} \quad (3.4)$$

где 12 – длина эстакады для одного автомобиля, м;

m – число сторон эстакады для установки автомобилей.

Все зерно, поступающее от хлебосдатчиков, подлежит взвешиванию.

Необходимое количество автомобильных весов В определяют по формуле:

$$B = 0,000666 \frac{A_{\text{ат}} \cdot K_c \cdot K_{\text{ч}} \cdot \tau}{P_p \cdot q}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

где $A_{\text{ат}}$ – количество зерна, поступающего от хлебосдатчиков в период заготовок, т;

$K_c, K_{\text{ч}}$ – коэффициент суточной и часовой неравномерности поступления зерна (таблица 1.1);

q – средняя грузоподъемность автомобилей – 8 т;

τ – время, необходимое для двукратного взвешивания одного автомобиля (брутто и тара) и оформление документов.

Для расчетов рекомендуется принимать $\tau = 3$ мин.

При приеме зерна через накопительную емкость производительность транспортного оборудования Q_t приемных устройств принимают в зависимости от объема годового поступления зерна автотранспортом:

- при годовом поступлении до 3500 т $Q_t = 100$ т/ч;

- при годовом поступлении свыше 3500 т $Q_t = 175$ т/ч.

Если накопительные емкости отсутствуют, то производительность приемных потоков должна соответствовать производительности основных норий.

Максимальное часовое поступление зерна $a_{\text{ч}}$ определяют по формуле:

$$a_{\text{ч}} = \frac{0,8A_{\text{ат}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{ч}}}{\Pi_{\text{р}} \cdot \tau_{\text{р}}}, \text{ т/ч} \quad (3.6)$$

где $A_{\text{ат}}$ – количество зерна, поступающего автотранспортом за период заготовок, т;

$\Pi_{\text{р}}$ – продолжительность расчетного периода заготовок, сут;

0,8 – коэффициент, учитывающий количество зерна, поступающего за расчетный период заготовок;

$\tau_{\text{р}}$ – расчетное время подвоза зерна автотранспортом, в течение суток принимают 24 ч;

$K_{\text{с}}$; $K_{\text{ч}}$ – коэффициент суточной и часовой неравномерности поступления зерна (таблица 1.1).

Количество приемных потоков $\Pi_{\text{п}}$ определяют по формуле:

$$\Pi_{\text{п}} = \frac{a_{\text{ч}} \cdot K_{\text{а}}}{Q_{\text{т}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{вн}}} \left(\frac{A_2}{A_1 \cdot K_{\text{к}}} + \frac{A_1 - A_2}{A_1 \cdot K_{\text{к}} \cdot K_{\text{т1}}} \right), \text{ шт} \quad (3.7)$$

где $Q_{\text{т}}$ – производительность транспортного оборудования в приемном потоке, т/ч;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования транспортного оборудования по производительности (таблица 5.2);

$K_{\text{вн}}$; $K_{\text{к}}$ – коэффициенты снижения производительности транспортного оборудования при транспортировании сырого и засоренного зерна, отличающегося от пшеницы по объемной массе (таблица 5.2, примечание 1; 2)

$K_{\text{а}}$ – коэффициент неравномерности поступления зерна в течение часа, принимается в зависимости от емкости бункеров $E_{\text{б}}$ в прием-

ном устройстве: при $E_6 \geq 15$ т $K_a = 1$, при E_6 – равной грузоподъемности автомобилей $K_a = 1,2$

$A_1 = A_2$ – (для вновь строящихся элеваторов) - количество зерна, поступающего автотранспортом, т;

A_2 – количество зерна основной партии, принимается по таблице 3.1, т;

K_{t1} – коэффициент снижения производительности транспортного потока при перемещении разнородных партий, определяется по формуле:

$$K_{t1} = \frac{a_{\text{ч}}(A_1 - A_2)}{a_{\text{ч}}(A_1 - A_2) + \tau_{\text{ож}} \cdot Q_{\text{T}} \cdot A_1 [(m_1 - m_0)K_{n1} \cdot K_{n2} - m_3]} \quad (3.8)$$

где $\tau_{\text{ож}}$ – время ожидания, ч, принимается: для приемных устройств, передающих зерно в рабочее здание элеваторов – 0,1 ч, для приемных устройств, расположенных непосредственно у силосных корпусов – 0,03 ч;

m_1 – число разнородных партий зерна, поступающих в переход заготовок;

m_0 – число основных партий, поступающих за период заготовок, принимают равным 1;

K_{n1} – коэффициент суточной одновременности поступления разнородных партий;

K_{n2} – коэффициент часовой одновременности поступления разнородных партий. При разработке типовых проектов значения m_1 , K_{n1} , K_{n2} , принимают по таблице 3.1;

m_3 – число разнородных мелких партий, принимаемых приемными устройствами. Для нового строительства $m_3 = 0$.

Таблица 3.1 – Расчетные показатели в зависимости от района

Показатели	Районы		
	С сырым и влажным зерном	С зерном средней влажности	С сухим зерном
Возможное число партий m_1	7	25-27	13
Коэффициент суточной одновременности поступления партий $K_{н1}$	1	0,7	0,8
Коэффициент часовой одновременности поступления партий $K_{н1}$	0,8	0,6	0,7
Величина основной партии зерна, %	50	16-17	30

Количество автомобилеразгрузчиков N определяют по формуле:

$$N = \frac{1.2a_{\text{ч}}}{q_a \cdot K_{\text{тр}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{пч}}} \left(\frac{A_2}{A_1} + \frac{A_1 - A_2}{A_1 \cdot K_t} \right), \text{ шт} \quad (3.9)$$

где q_a – техническая производительность автомобилеразгрузчика (таблица 3.2), т/ч;

$K_{\text{пч}}$ - коэффициент для колосовых культур - 1, для кукурузы в початках - 0,75;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент изменения производительности автомобилеразгрузчика в зависимости от грузоподъемности автомобилей (таблица 3.2);

K_t – определяется по формуле (3.8);

$K_{\text{в}}$ – коэффициент снижения производительности при разгрузке сырого и засоренного зерна: для ГУАР – 30 $K_{\text{в}} = 0,8$.

Таблица 3.2 – Коэффициент изменения производительности автомобилеразгрузчика

Тип средства доставки и грузоподъемность	Техническая производительность автомобилеразгрузчика	
	50-100 т/ч (проездные автомобилеразгрузчики)	
	ГУАР-30	АВС-50
Автомобили грузоподъемностью 5 – 8 т (включая полуприцепы)	1,63	1,44
Автопоезда с одним прицепом	0,63	1,63
Автопоезда с двумя прицепами	0,5	1,56

4 Отпускные устройства элеваторов

Зерно из элеватора можно отпускать на автомобильный, железнодорожный и водный транспорт, а также на предприятие. К отпускным устройствам предъявляют те же требования, что и к приемным, т.е. обеспечение выполнения операций в установленные сроки, исключая порчу и потери зерна, полная механизация погрузочных работ, минимальные капитальные затраты и эксплуатационные расходы.

4.1 Устройства для отпуска зерна на автомобильный и железнодорожный транспорт

Отгрузка зерна на автомобильный транспорт - сравнительно небольшая по объему операция, исключая те элеваторы, которые отпускают зерно для нужд местных предприятий, а также глубинные хлебоприемные предприятия, отгружающие зерно целиком на автомобильный транспорт. Отпуск зерна на автомобильный транспорт осуществляют насыпью. Как правило, для этой цели у силосного корпуса в верхней части делают отсеки вместимостью примерно

20 т, из которых зерно самотеком по трубам поступает в кузов автомобиля. Взвешивают зерно на автомобильных весах.

Отгрузка зерна на железнодорожный транспорт, так же как и его приемка с автомобильного, - основная операция хлебоприемного элеватора. Зерно на железнодорожный транспорт отпускают и на других элеваторах (базисных, перевалочных, портовых и др.), но эта операция может носить как регулярный, так и случайный характер.

Производительность и качественная эксплуатация оказывают большое влияние на эффективность использования железнодорожного транспорта в целом. Дело в том, что в процессе оборота вагона он находится в составе поезда в движении сравнительно небольшое количество времени. Остальное время приходится на простой в пунктах погрузки и выгрузки зерна, а также на узловых и сортировочных железнодорожных станциях. В связи с этим выбор наиболее производительного способа отгрузки зерна в вагоны в конечном итоге сокращает его оборот, следовательно, в течение года в одном и том же вагоне можно перевезти большее количество зерна.

На современных элеваторах до последнего времени применяли разнообразные отгрузочные устройства, которые с некоторой степенью условности можно разделить на два типа в зависимости от производительности оборудования:

- 1) для элеваторов, оборудованных норями производительностью до 100 т/ч;
- 2) для элеваторов, оборудованных норями производительностью свыше 100 т/ч.

В первом случае зерно отгружают при помощи отсеков, устраиваемых в силосном корпусе или в рабочем здании, через самотечные трубы, заканчивающиеся гибкими наконечниками. При незначительной высоте самотечных труб применяют различные установки и приспособления, способствующие повышению производительности подобных отгрузочных устройств и облегчению труда

рабочих.

При загрузке вагонов из элеватора, оборудованного нориями производительностью 175 т/ч и более, применяют специальные разбрызгиватели.

Использование железнодорожных вагонов с верхними люками для загрузки зерном привело к реконструкции существующих и созданию новых отгрузочных устройств на элеваторах. На элеваторах основной способ - это загрузка вагонов при помощи отгрузочных труб через верхние люки (рисунок 4.1). Этот способ позволяет быстро заполнить вагоны зерном без участия людей, освободив их от тяжелой работы.



Рисунок 4.1 - Устройство для отгрузки зерна через люки в крыше вагона

4.2 Отпуск зерна на предприятие

Зерно с элеватора отпускают и на перерабатывающие предприятия (мукомольные, крупяные, комбикормовые заводы и др.). Объем этой операции значительно меньше, чем других, и в большинстве случаев равен суточной производительности зерноперерабатывающего предприятия.

В начале строительства мукомольных элеваторов для отпуска зерна на предприятие предусматривали самотечную трубу. Несмотря на простоту исполнения, этому способу отгрузки зерна присущи определенные недостатки: круглая труба быстро изнашивалась, и ее ремонт на значительной высоте затруднителен; в самотечной (отпускной) трубе может образовываться пробка (в результате разности температур зерна и окружающей среды на внутренних стенах трубопровода происходит налипание пыли).

На типовых мукомольных элеваторах зерно отпускают из рабочего здания элеватора непосредственно из весов или отпускных бункеров при помощи ленточного конвейера. Отпускные бункера размещают обычно на уровне надсепараторных бункеров. При наличии в подготовительном отделении перерабатывающего предприятия бункеров достаточной вместимости зерно из элеватора отпускают непосредственно из весов, при этом отпускной конвейер предусматривают такой же производительности, как и надсилосный.

4.3 Прием и отпуск зерна на железнодорожный транспорт

При проектировании устройств для погрузки и разгрузки железнодорожных вагонов максимальный суточный объем операций определяют по формуле 1.6.

Для предприятий с расчетным суточным объемом погрузки (разгрузки) $V_{сут}$ более 1000 т следует принимать суточную погрузку (разгрузку) не менее железнодорожного маршрута.

Грузоподъемность железнодорожного маршрута принимают 3000 т. При прибытии (отправлении) одного или более маршрутов в сутки маршруты должны обрабатываться не более чем в две – три подачи.

Для предприятий с расчетным суточным объемом погрузки (разгрузки) зерна менее 1000 т одновременно подается не более 1/5 маршрута.

Общую продолжительность обработки одной подачи принимают: при погрузке $T_n = 3$ ч 40 мин. при разгрузке $T_p = 3$ ч 10 мин.

Величину интервалов между подачами принимают не менее 2 ч.

Устройства для погрузки (разгрузки) вагонов должны обеспечивать обработку группы вагонов без расцепки.

Устройства для погрузки зерна в вагоны должны иметь следующую производительность погрузочных механизмов $Q_{тр1}$: при суточной погрузке до 1000 т - 100 т/ч; при суточной погрузке равной 3000 т - 175 т/ч; при суточной погрузке более 3000 т - 350 т/ч.

Количество погрузочных потоков определяют по формуле:

$$П_{пжд} = \frac{Q_{под}}{T_n \cdot Q_{тр1} \cdot K_i \cdot K_k}, \text{ шт} \quad (4.1)$$

где $Q_{под}$ – вес зерна в одной подаче, т;

$Q_{тр1}$ – производительность погрузочных механизмов, т/ч;

K_i – коэффициент использования норий на данной операции, принимают по таблице 5.2;

K_k – коэффициент снижения производительности транспортного оборудования при транспортировании культур с объемной массой, отличающейся от пшеницы, принимать по таблице 5.2.

T_n – время погрузки одной подачи, ч.

Устройства для разгрузки зерна из железнодорожных вагонов должны иметь следующую производительность в зависимости от годового поступления зерна на предприятие:

- при годовом поступлении 150000 т и более следует применять оборудование с производительностью не менее 240 т/ч;
- при годовом поступлении до 150000 т – с производительностью до 240 т/ч.

Количество приемных потоков определяем по формуле:

$$П_p = \frac{Q_{\text{под}}}{T_p \cdot Q_{\text{тр2}} \cdot K_i \cdot K_k}, \text{ шт} \quad (4.2)$$

где $Q_{\text{тр2}}$ – производительность транспортных механизмов, т/ч;

T_p – время разгрузки одной подачи, ч;

Необходимое количество разгрузочных точек определяется по формуле:

$$П_ж = \frac{Q_{\text{под}}}{T_p \cdot Q_3}, \text{ шт} \quad (4.3)$$

где Q_3 – эксплуатационная производительность вагоноразгрузчика, принимать по данным завода изготовителя или по формуле:

$$Q_3 = \frac{G_B}{\tau_M + \tau_{\text{пз}} + \frac{G_B - G_{\text{с.в.}}}{G_p}}, \text{ т/ч} \quad (4.4)$$

где G_B – техническая норма загрузки вагона, для зерна пшеницы принимать 63 т;

$G_{с.в.}$ – количество зерна, вытекающего из вагона самотеком, при открывании дверей: при разгрузке на одну сторону – 8 т; при разгрузке на две стороны – 12 т;

$\tau_{пз}$ – время подготовительных и заключительных работ, принимать 0,15 ч;

$\tau_{м}$ – время, затрачиваемое на маневр вагонов, принимать по таблице 4.1;

Q_p – техническая производительность вагоноразгрузчика, т/ч.

Таблица 4.1 – Время маневра различных средств

Маневровые средства	Продолжительность маневра, мин			
	1 вагон	2 вагон	3 вагон	Более 3-х вагонов
Маневровая лебедка	2	3	5	-
Мотовоз	1,5	2,5	3	-
Тепловоз	-	2,5	3	4

На каждом проектируемом предприятии и при реконструкции необходимо предусматривать устройства для разгрузки вагонов – зерновозов.

Емкость бункеров приемных устройств следует принимать по таблице 4.2.

Для лучшего использования производительности транспортных потоков предусматривать погрузку (разгрузку) на двух параллельных путях.

Таблица 4.2 - Емкость бункеров приемных устройств

Производительность разгрузочных механизмов	Емкость приемных бункеров
240 т/ч и более	не менее 30 т
от 130 т/ч до 240 т/ч	не менее 20 т

5 Расчет и выбор основного технологического и транспортного оборудования

5.1 Расчет зерноочистительного оборудования

Необходимое количество воздушно – ситовых машин для предварительной очистки зерна $\Pi_{\text{пр}}$, поступающего автомобильным транспортом, определяют по формуле:

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{K_{\tau} \cdot K_a \cdot P_{\text{пр}}}{0,6 Q_{\text{сп}} \cdot K_1 \cdot \tau}, \text{ шт} \quad (5.1)$$

где K_{τ} – коэффициент часовой неравномерности поступления зерна (таблица 1.1);

K_a – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей с зерном в течение часа. При установке машины вне потока приема $K_a = 1$, при установке машины в потоке принимают согласно формуле 3.7;

$P_{\text{пр}}$ – максимальный суточный объем предварительной очистки зерна, принимают по 1.4, т;

0,6 – коэффициент, учитывающий снижение паспортной производительности машин при очистке продовольственного зерна;

$Q_{\text{сп}}$ – паспортная производительность оборудования, применяемого для очистки зерна;

K_1 – коэффициент, зависящий от влажности зерна и содержания отделимой примеси (таблица 5.1);

τ – время работы машин в сутки (24 ч).

Таблица 5.1 – Значения коэффициента, зависящего от влажности зерна и содержания отделимой примеси

Состояние зерна по влажности содержание сорной примеси	Значение K_1	
	Для зерна, неочищенного от вороха	Для зерна, очищенного от вороха
Зерно сырое с сорной примесью более 5%	0,50	0,65
Зерно влажное с сорной примесью от 3 % до 5%	0,60	0,75
Зерно сухое и средней сухости с сорной примесью до 3%	0,70	0,80

Необходимое количество сепараторов для первичной $\Pi_{1\text{оч}}$ и вторичной $\Pi_{2\text{оч}}$ очисток зерна, поступающего автомобильным транспортом, определяют по формуле:

$$\Pi_{\text{оч}} = \frac{P_{\text{оч}}}{0,8Q_{\text{сп}} \cdot K_1 \cdot \tau}, \text{ шт} \quad (5.2)$$

где $\Pi_{\text{оч}}$ – количество сепараторов для первичной или вторичной очисток зерна, шт;

$P_{\text{оч}}$ – максимальный суточный объем первичной или вторичной очисток зерна, принимают по 1.4, т;

$Q_{\text{сп}}$ – паспортная производительность сепараторов;

K_1 – коэффициент, принимают по таблице 5.1;

τ – время работы машин в сутки (24 ч).

Общее количество сепараторов для первичной и вторичной очисток зерна определяют:

$$\Pi_{\text{с1}} = \Pi_{1\text{оч}} + \Pi_{2\text{оч}}, \text{ шт} \quad (5.3)$$

При разгрузке новых (типовых) проектов предприятий предусматривают очистку зерна на триерах в течение расчетного периода заготовок в размере 10 % годового поступления зерна от хлебосдатчика (автомобильным транспортом). Необходимое количество триеров Π_T определяют по формуле:

$$\Pi_T = 0,00036 \frac{A \cdot \psi}{\Pi_P \cdot Q_{ТП}}, \text{ шт} \quad (5.4)$$

где A – количество зерна, поступающего в проектируемое сооружение от хлебосдатчиков за период заготовок, т;

Π_P – продолжительность расчетного периода заготовок, сут;

Ψ – количество зерна, подлежащего очистке на триерах ($\psi = 10 \%$);

$Q_{ТП}$ – паспортная производительность триеров, т/ч.

Необходимое количество воздушно – ситовых машин на производственных, базисных, перевалочных и портовых элеваторах для очистки зерна, поступающего по железной дороге и водным транспортом или отгружаемого портовыми элеваторами на экспорт, определяют по формуле:

$$\Pi_{с2} = 0,05 \frac{K \cdot A_{\max}}{0,6Q_{сн} \cdot K_K}, \text{ шт} \quad (5.5)$$

где A_{\max} – количество зерна, поступающего по железной дороге и водным транспортом в сутки максимального приема, т;

K – коэффициент, учитывающий, какая часть от общего объема поступления зерна подлежит очистке в сутки максимального приема; для производственных, перевалочных и базисных элеваторов $K = 0,5$, на портовых элеваторах предусматривают очистку всего зерна, подлежащего отгрузке в суда;

$Q_{сн}$ – паспортная производительность сепараторов, т/ч;

K_k – коэффициент, учитывающий изменение производительности воздушно – ситовой машины, в зависимости от культуры зерна,
 $K_k = 1$.

Если элеватор ведет прием зерна с различных видов транспорта (совмещает функции элеваторов различных типов), то общее количество сепараторов находят:

$$P_c = P_{c1} + P_{c2}, \text{ шт} \quad (5.6)$$

Емкости над и под зерноочистительными машинами в элеваторах всех типов рассчитывают на двух-, трехчасовую работу зерноочистительных машин (не менее часовой производительности транспортного оборудования).

Для обеспечения возможности быстрого перехода с очистки одной партии зерна на другую над и под сепараторами предусматривают не менее двух бункеров.

5.2 Расчет зерносушилок

Необходимый суточный объем сушки зерна, поступающего автотранспортом, для предприятия в целом определяют по формуле (для колосовых культур, кукурузы в зерне, подсолнечника):

$$\sum_1^n Q_{\text{зсч}} = \frac{0,8}{P_p} \left(\frac{A_1 \cdot K_{\text{пр1}}}{K_{c1} \cdot K_H} + \frac{A_2 \cdot K_{\text{пр2}}}{K_{c2} \cdot K_H} + \dots + \frac{A_n \cdot K_{\text{прn}}}{K_{cn} \cdot K_H} \right), \text{ пл. т/сут} \quad (5.7)$$

где $\sum Q_{\text{зсч}}$ – необходимая расчетная производительность зерносушилок,
 пл. т/сут;

A_1, A_2, A_n – количество сырого и влажного зерна различных партий, поступающих за период заготовок (таблица 1.3), т;

$K_{пт1} \dots K_{птn}$ – коэффициенты перевода физических тон в плановые.

K_n – коэффициент, учитывающий изменение производительности зерносушилок в зависимости от назначении просушиваемого зерна.

$K_{c1} \dots K_{cn}$ – коэффициент, учитывающие изменение производительности зерносушилок в зависимости от рода культуры, для пшеницы $K_c = 1,0$.

При сушке зерна в шахтных сушилках: при снижении влажности с 17 % до 14 % $K_{пт} = 0,67$; при снижении влажности с 20 % до 14 % $K_{пт} = 1,00$; при снижении влажности с 24 % до 14 % $K_{пт} = 1,46$.

При сушке зерна в газовых рециркуляционных сушилках и температуре зерна 55 °С: при снижении влажности с 16 % до 14 % $K_{пт} = 0,52$; при снижении влажности с 20 % до 14 % $K_{пт} = 1,07$; при снижении влажности с 24 % до 14 % $K_{пт} = 1,58$; при снижении влажности с 28 % до 14 % $K_{пт} = 2,04$.

Для партий, направляемых на переработку в мукомольную, крупяную и комбикормовую промышленность $K_n = 1,0$.

Необходимое количество зерносушилок (аппаратов) определяют по формуле:

$$П_{зс1} = \frac{\sum Q_{зс1}}{20,5 Q_{зсн}}, \text{ шт} \quad (5.8)$$

где $Q_{зсп}$ - паспортная производительность зерносушилок, пл. т/ч;

20,5 - время работы зерносушилок в сутки, ч.

Производительность зерносушильных аппаратов для производственных, базисных, портовых элеваторов определяют по данным заданиям на проектирование по формуле:

$$Q_{зс2} = \frac{A_{срс} \cdot K_{пт} \cdot K_{вп}}{K_{с1} \cdot K_{н}}, \text{ пл. т/сут} \quad (5.9)$$

где $A_{срс}$ - среднесуточное поступление зерна по железной дороге и водным транспортом, т/сут;

$K_{пт}$ - коэффициент перевода физических тонн в плановые;

$K_{вп}$ - коэффициент, учитывающий количество влажного зерна, поступающего по железной дороге и водным транспортом (дается в задании на проект или среднее за последние несколько лет работы предприятия);

$K_{н}$; $K_{с1}$ - см. формулу 5.7.

Необходимое количество зерносушильных аппаратов определяют по формуле:

$$П_{зс2} = \frac{Q_{зс2}}{20,5Q_{зсп}}, \text{ шт} \quad (5.10)$$

Если элеватор ведет прием зерна с различных видов транспорта (совмещает функции элеваторов различных типов), то общее количество зерносушилок находят по формуле:

$$П_{зс} = П_{зс1} + П_{зс2}, \text{ шт} \quad (5.11)$$

Емкость оперативных досушильных и послесушильных бункеров рассчитывают на восьмичасовую работу зерносушилок.

Величину накопительной емкости для временного размещения сырого и влажного зерна, ожидающего сушки, оборудованную установками, для активного вентилирования зерна определяют по формуле:

$$E_H = 0,25P_p \left(\frac{0,8 \cdot A \cdot \rho \cdot K_c}{P_p} - \frac{Q_{зсп} \cdot P_{зс1} \cdot 20,5}{K_{птср.вз}} \right), \text{ т} \quad (5.12)$$

где E_H - накопительная емкость (бункера, силоса, зерносклады), т;

P_p - расчетный период заготовок, сут;

A - годовое поступление зерна автотранспортом, т;

ρ - количество влажного и сырого зерна в общем объеме поступления (таблица 1.2), %;

K_c - коэффициент суточной неравномерности поступления зерна;

$Q_{зсп}$ - паспортная производительность зерносушилок, пл. т/ч;

$P_{зс1}$ - количество зерносушилок (по формуле 5.11);

$K_{птср.вз}$ - коэффициент перевода физических тонн в плановые тонны сушки по отношению ко всем объему поступления зерна определяется как средневзвешенная величина.

5.3 Расчет и работа норий

Необходимое количество основных норий следует определить из расчета обеспечения выполнения всех операций с зерном, совпадение которых возможно по времени в сутки максимальной работы элеватора.

Необходимое количество часов работы норий на каждой из операций определяют по формуле:

$$H_{ч} = \frac{\alpha \cdot K_{п}}{Q_{нп} \cdot K_{и} \cdot K_{вн} \cdot K_{к}}, \text{ ч} \quad (5.13)$$

где α - суточный объем операций, т;

$K_{п}$ - количество подъемов зерна, определяется объемно - планировочными решениями рабочего здания;

$Q_{\text{нп}}$ - паспортная производительность норий, т/ч;

$K_{\text{и}}$ - коэффициент использования норий для зерна с влажностью до 17 % и засоренностью до 5 %, (таблица 5.2);

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент, зависящий от качественной характеристики зерновой массы (примечание 1 к таблице 5.2);

$K_{\text{к}}$ - коэффициент, зависящий от транспортируемой культуры (примечание 2 к таблице 5.2).

При транспортировании пшеницы влажностью свыше 17 % и с содержанием сорных примеси более 5 % вводят дополнительный понижающий коэффициент: для тихоходных норий - 0,85; для быстроходных норий - 0,7.

При транспортировании культур с объемной массой, отличающейся от пшеницы, принимают следующие значения $K_{\text{к}}$: для кукурузы в зерне - 1,0; для ржи и гороха - 0,9; для ячменя и проса - 0,8; для риса - зерна и гречихи - 0,7; для овса - 0,65; для подсолнечника - 0,6.

При расчете количество часов работы норий удобно пользоваться таблицей 5.3.

Расчетное количество норий определяют по формуле:

$$П_{\text{нр}} = \frac{\sum H_{\text{ч}}}{24}, \text{ шт} \quad (5.14)$$

Необходимое количество норий рассчитывают по формуле:

$$H_{\text{н}} = \frac{П_{\text{нр}}}{K_{\text{т}}} \quad (5.15)$$

где $K_{\text{т}}$ - коэффициент использования основных норий по времени (таблица 5.4).

При получении дробной величины N_n округляют до большего целого значения.

Общее количество основных норий при непосредственном выполнении или внешних операций (по схеме без накопительных емкостей рассчитанных на сутки работы) должно быть не меньше необходимого числа транспортных потоков.

Таблица 5.2 - Значения коэффициентов использования норий K_n различных операций

Операция с зерном	Для норий производительностью, т/ч			
	100	175	350	500
Прием зерна, разгружаемого из автомобилей	0,85	0,8	0,75	0,70
Прием зерна, разгружаемого из железнодорожных вагонов	0,8	0,75	0,7	0,65
Прием зерна, разгружаемого из морских или речных судов	0,85	0,8	0,75	0,70
Отгрузка зерна в железнодорожные вагоны	0,8	0,75	0,7	0,65
Подача зерна в отпускные емкости для погрузки речных или морских судов	0,85	0,85	0,75	0,70
Подача зерна в надсепараторные, надсушильные бункера и т.д.	0,9	0,85	0,8	0,75
Транспортирование зерна из емкостей подсепараторные, подсушильных и т.п.	0,9	0,85	0,8	0,75
Подача подготовленных партий зерна на производство	0,9	0,85	0,8	0,75
Внутренние перемещения:				
а) из емкостей в емкость, при инвентаризации и др.	0,9	0,9	0,8	0,75
б) при проветривании зерна, подсортировке	0,6	0,55	0,55	0,5

Таблица 5.3 - Количество часов работы норий на различных операциях

Операции	Суточный объем операций, т	Q _{нз} , т/ч	
		K _к	H _ч , ч
<p>Внешние операции:</p> <p>Прием зерна, разгружаемого из автомобилей</p> <p>То же, из железнодорожных вагонов</p> <p>То же, из морских или речных судов</p> <p>Отгрузка зерна в автомобили</p> <p>То же, в железнодорожные вагоны</p> <p>То же, в морские или речные суда</p> <p>Внутренние операции:</p> <p>Подача зерна в емкости над сепараторные</p> <p>То же, в над сушильные</p> <p>То же, в специализированные отпускные</p> <p>То же, на производство</p> <p>То же, в емкости для дезинсекции зерна</p> <p>Транспортирование зерна из емкостей под сепараторных</p> <p>То же, из емкостей под сушильных</p> <p>То же, зерна, подвергавшегося дезинсекции</p> <p>Проветривание зерна</p> <p>внутренние перемещения из емкостей в емкость</p> <p>Транспортирование зерна для его инвентаризации</p>			
<p>Примечание: В случаях, когда технологическими схемами разгрузка и погрузка средств доставки предусматривается через накопительные емкости размером не менее суточного объема, операции по опорожнению и заполнению этих емкостей основными нориями следует включать в состав внутренних операций.</p>			

Таблица 5.4 - Коэффициент использования основных норий

Коэффициент	Расчетное количество норий		
	П _{нр} до 3	П _{нр} = 4	П _{нр} = 5
K _t	0,6	0,70	0,75

5.4 Выбор количества и производительности (грузоподъемности) элеваторных весов

Количество элеваторных весов соответствует количеству основных норий. Грузоподъемность весов и емкость надвесового, подвесового бункеров принимают в зависимости от производительности транспортных механизмов, обслуживающих весы, согласно таблице 5.5.

Емкость над весами для автоматических весов принимают по формуле:

Таблица 5.5 - Производительность транспортных механизмов, обслуживающих весы

Грузоподъемность весов, Т	Произ-ть трансп. механизмов, подающих зерно на весы, т/ч	Ёмкость бункеров, т не менее	
		над весами	под весами
Ковшовые, грузоподъемностью 70 т	350	90	-
Ковшовые, грузоподъемностью 20 т	100 и 175	30	-
Ковшовые, грузоподъемностью 10 т	50 и 100	15	-
Автоматические, производительностью 350 т/ч	350	Определяется расчетом по формуле 45	6,0
Автоматические, производительностью 175 т/ч	175		3,0
Автоматические, производительностью 100 т/ч	100		1,5
Автоматические, производительностью 50 т/ч	50		0,75

$$E_B = \frac{Q_n \cdot \tau_{ож}}{60}, \text{ т} \quad (5.16)$$

где Q_н - производительность нории, т/ч;

$\tau_{\text{ож}}$ - время ожидания, мин;

$$\tau_{\text{ож}} = \tau_{\text{тр}} + \tau_{\text{тел}} + 1,5 \text{ мин} \quad (5.17)$$

где $\tau_{\text{тр}}$ - время, необходимое для освобождения от зерна транспортных механизмов после весов, мин

$$\tau_{\text{од}} = \frac{l_{\text{д}}}{60V_{\text{д}}}, \text{ мин} \quad (5.18)$$

где $l_{\text{т}}$ - расстояние от загрузки до сброса зерна с транспортных механизмов, определяется объемно - планировочными решениями сооружений, м;

$V_{\text{т}}$ - скорость перемещения зерна транспортными механизмами после весов (ленточного транспортера 2,8 м/с), м/с;

$T_{\text{тел}}$ - продолжительность перестройки маршрута (например, перемещения разгрузочной тележки, переброса клапана, перемещения поворотной трубы и т.п.), мин

$$\tau_{\text{оае}} = \frac{l_{\text{п}} \cdot X}{60V_{\text{оае}}}, \text{ мин} \quad (5.19)$$

где $l_{\text{с}}$ - длина транспортного потока после весов, определяется объемно - планировочными решениями, м;

$V_{\text{тел}}$ - скорость движения тележки над силосных транспортеров ($V_{\text{тел}} = 0,4- 0,6$ м/с);

X - коэффициент, учитывающий среднюю длину перемещения тележки.

Для элеваторов I, II и III категориями ДАУ $X = 0,5$, для всех других элеваторов $X = 0,66$.

5.5 Выбор производительности и количества транспортеров

Выбор количества и производительности приемных и отпускных транспортеров производят в соответствии с 3-4. При этом, если приемные или отпускные транспортеры непосредственно связаны с основными норями, то производительности этих транспортеров и норий должны соответствовать друг другу.

Производительность подсилосных транспортеров должна соответствовать производительности связанных с ними норий.

Производительность надсилосных транспортеров принимают в зависимости от применяемого в проекте оборудования для учета количества зерна в силосах.

При применении для учета зерна ковшовых (элеваторных) весов или порционных (автоматических) производительность надсилосных транспортеров принимают следующую, большую, по действующему стандарту.

Количество подсилосных транспортеров определяют объемно - планировочными решениями, но их не может быть меньше количества отпускных потоков, одновременно в наполняемых операциях в максимальные сутки.

Количество надсилосных транспортеров определяют объемно - планировочными решениями, но их не может быть меньше количества потоков одновременно, выполняемых операций с загрузкой зерна в силосы.

Угол подъема наклонной части ленточных транспортеров допускается не более 14° (при транспортировании проса или гороха - не более 10°). На участках ленты с уклоном более 10° установка насыпных лотков не допускается.

5.6 Выбор самотечного оборудования

Сечение самотечных труб и соответственно деталей зернопроводов принимают:

- для производительности 50 - 75 т/ч - Ø 220 мм или 200×200 мм;
- для производительности 100 - 175 т/ч - Ø 300 мм или 300×300 мм;
- для производительности 200 - 350 т/ч - Ø 380 мм или 350×350 мм;
- для производительности 400 - 500 т/ч - Ø 450 мм или 400×400 мм.

Угол наклона самотечных труб для коммуникаций до сушильных аппаратов следует предусматривать 45°, на остальных коммуникациях 36°.

Сечения и углы наклона самотечных труб, транспортирующих отходы, принимают по таблице 5.6.

Истинный угол наклона самотека можно определить по монограмме Г.М. Левятина.[1]

5.7 Обработка отходов

Все виды отходов за исключением схода с приемного сита, полученные после обработки зерна, содержащие свыше 10 % зерен пшеницы или ржи или свыше 20 % зерен других культур, подлежат обработке на воздушно - ситовых машинах, а при необходимости и на триерах, с целью извлечения из них основного зерна.

Количественное деление отходов, получаемых при очистке зерна на сепараторах, по фракциям принимают в соответствии с таблицей 5.7.

Таблица 5.6 - Сечения и углы наклона самотечных труб

Самотечные трубы	Диаметр труб, мм	Угол наклона самотека, град., не менее
Для прохода подсевных сит, овсюга	140	45
Для куколя	140	36
Для сходов сортировочных сит сепараторов	220	54
Для аспирационных относов сепарирующих и аспирационных устройств	300	54

Таблица 5.7 - Количественное деление отходов

Фракции	Выход, %
Сход с сортировочного сита	4
Проход через подсевное сито	55
Аспирационные относы, тяжелые	38
Аспирационные относы, улавливаемые пылеотделителями	3

Количество сепараторов $П_{с.отх}$, необходимое для обработки каждой фракции отходов, определяют по формуле:

$$П_{с.отх} = 0,00045 \frac{G \cdot \Psi}{Q_c \cdot K}, \text{ шт} \quad (5.20)$$

где G - количество отходов, получаемых после очистки зерна на сепараторах, т/сут;

Q_c - паспортная производительность сепаратора для обработки отходов, т/ч;

Ψ - количество отходов по фракциям, принимать по таблице 5.7, %;

K - коэффициент снижения паспортной производительности сепараторов. При обработке отходов $K = 0,4$, при применении воздушно-ситовых машин $K = 0,24$.

Количество зерносмеси, выделенной при обработке отходов, определяют по формуле:

$$G_{\text{зсм}} = 0,15 \cdot G, \text{ т/сут} \quad (5.21)$$

Емкости бункеров для отходов над и под зерноочистительными машинами должны приниматься не менее, чем на двухчасовую работу машин.

Емкость бункеров для зерносмеси определяют из расчета работы сепараторов для отходов, в течение двух - трех смен.

Количество овсюга или куколя G_o , выделенного на триерах, определяют по формуле:

$$G_o = 0,48 \sum Q_T, \text{ т/сут} \quad (5.22)$$

где $\sum Q_T$ - суммарная производительность установленных триеров, т/ч.

Список использованных источников

1. Платонов, П.Н. Элеваторы и склады / П.Н. Платонов, С.П. Пунков, В.Б. Фасман. 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Агропромиздат, 1987. - 319 с.

2. Пунков, С.П. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение / С.П. Пунков, А.И. Стародубцева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Агропромиздат, 1990. - 367 с.

3. Гячев, Л.В. Основы теории бункеров и силосов: учебное пособие / Л.В. Гячев. - Барнаул: АлГТУ, 1986. – 84 с.

4. Общий технологический регламент для элеваторов и хлебоприемных предприятий / Л.И. Мачихина и др. - Москва: Изд-во Россельхозакадемии, 2006. – 78 с.

5. Мачихина, Л.И. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка) / Л.И. Мачихина, Л.В. Алексеева, Л.С. Львова. – Москва: ДеЛипринт, 2007. – 382 с.

6. Атаназевич, В.И. Сушка зерна / В.И. Атаназевич. – Москва: ДеЛипринт, 2007. – 480 с.

7. Малин, Н.И. Технология хранения зерна / Н.И. Малин. – Москва: КолосС, 2005. – 280 с.