

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 ВЫСОТ ЭТАЖЕЙ РАБОЧЕЙ БАШНИ 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 высот этажей рабочей башни элеватора: методические указания / Е.В. Волошин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 25 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

1	Определение габаритных размеров рабочего здания элеватора	4
2	Определение высот этажей рабочего здания и силосного корпуса	7
3	Расчет емкости силосов и бункеров и определение габаритных размеров силосных корпусов	15
4	Увязка основных сооружений элеватора	20
4.1	Расположение основных сооружений на территории	20
4.2	Привязка силосов и приемных устройств к рабочему зданию элеватора	22
	Список использованных источников	25

1 Определение габаритных размеров рабочего здания элеватора

Размещение основного оборудования и определение размеров рабочей башни в плане.

Компоновку оборудования производят в соответствии со схемой движения зерна и отходов. Принцип компоновки зависит от высоты рабочей башни. В высоких рабочих башнях (58 - 70 м) располагают машины и оперативные бункера таким образом, чтобы обеспечивалось свободное движение зерна сверху вниз по ходу технологического процесса и на каждом этаже по возможности располагалось оборудование, выполняющее одинаковые функции.

В низких рабочих башнях (менее 49 м) на одних и тех же этажах устанавливают разноименное оборудование, сокращают емкость оперативных бункеров и увеличивают количество транспортирующих машин.

При компоновке оборудования большое внимание должно быть уделено компактности рабочих башен, степени использования производственной площадки. Оборудование должно размещаться с учетом обеспечения удобства обслуживания, соблюдения норм проходов в соответствии с правилами охраны труда и техники безопасности.

Предусматривается главный проход - минимум 1 м подход к оборудованию - минимум 0,15 - 0,4 м.

У сепараторов с боковой выемкой сит со стороны привода проход должен быть не менее 1 м, с боковых сторон не менее 1,2 м. Для сепараторов производительностью до 40 т/ч с возвратно - поступательным движением сит и с выемкой сит со стороны приводного вала проход должен быть не менее 1 м, а с боковых сторон - не менее 0,8 м. Для всех сепараторов проход со стороны выпуска зерна - не менее 0,7 м.

При размещении транспортеров должны быть следующие проходы: между стеной и одной продольной стороной транспортера - не менее 0,7 м. между двумя параллельными транспортерами - не менее 0,8 м.

Определение размеров в плане производят по диктующему этажу, которыми чаще всего могут быть весовой (при установке ковшовых весов) или этаж зерноочистительных машин.

Возможны случаи, когда ширину и длину рабочего здания диктуют разные этажи.

Окончательное определение размеров рабочего здания в плане производят с учетом размещения зерносушилки (если она установлена в рабочем здании), принятого размера строительной сетки, а также увязки здания с силосными корпусами и приемно-отпускными устройствами.

Размеры рабочего здания в плане выбираются кратными 3 м.

В рабочих башнях прямоугольной формы желательно, чтобы отношение ширины здания к длине было бы не более чем 1:2.

Рассмотрим различные варианты расположения оборудования в плане.

На рисунке 1.1 изображены варианты расположения норий и весов.

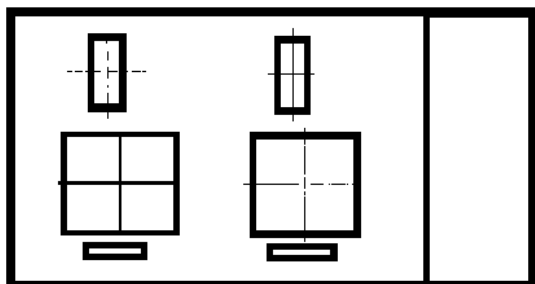
В вариантах I и II заполнение надвесовых бункеров более удобно по сравнению с вариантами III и IV, но ширина здания увеличивается.

В вариантах III и IV заполнения надвесовых бункеров осуществляется самотеком, расположенным под углом 90° к направлению потока зерна, что увеличивает высоту этажа.

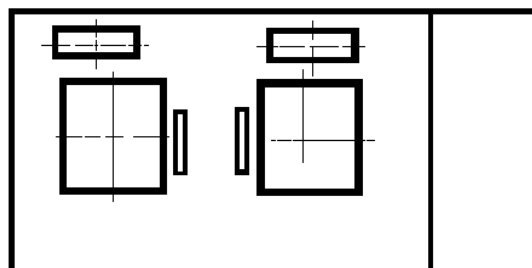
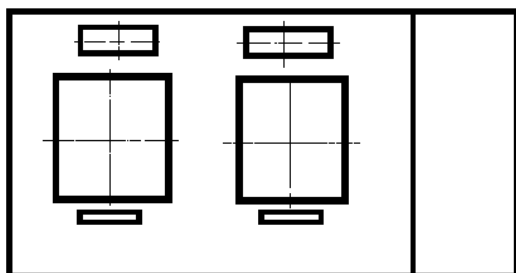
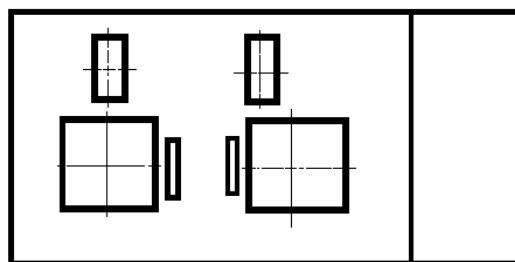
Двое весов могут быть расположены шкалами по фронту (варианты I и III), в этом случае совершение рабочего места, и шкалам друг к другу (вариант II и IV), при этом несколько удобнее обслуживание весов. Расположение трех и более комплектов весов удобные шкалами по фронту.

На рисунке 1.2 приведены различные варианты расположения нории и сепараторов.

Вариант I



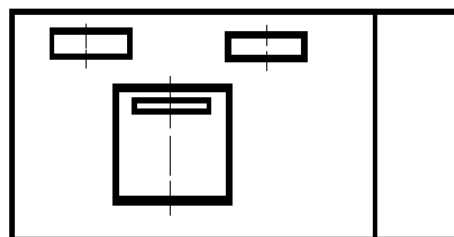
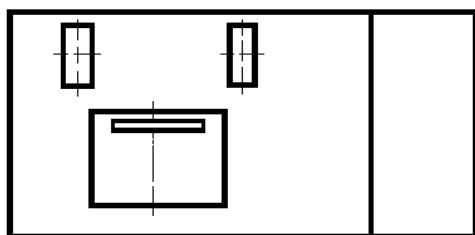
Вариант II



Вариант III

Вариант IV

Рисунок 1.1 - Варианты расположения норий и весов



Вариант I

Вариант II

Рисунок 1.2 - Варианты расположения норий и сепараторов

При расположении оборудования по варианту I увеличивается ширина рабочей башни.

Зерноочистительные машины следует устанавливать так, чтобы их приемные устройства находились против окон. В зависимости от габаритных размеров и количества зерноочистительные машины можно размещать на одном или нескольких этажах.

2 Определение высот этажей рабочего здания и силосного корпуса

Высота этажа складывается из высоты оборудования, расположенного на данном этаже, величины проекции диктующего самотека на вертикальную плоскость, суммы высот на установку деталей самотека (секторы, перекидные клапаны, вводы и др.) и высоты, потребной для монтажа и обслуживания машин. Это указание не относится к этажам надвесовых, надсепараторных и подсепараторных бункеров.

Согласно требованиям по технике безопасности, высота производственных помещений предприятий от пола до потолка должна быть не менее 3,2 м; высота помещения до выступающих конструктивных элементов перекрытия - не менее 2,6 м; минимальная высота прохода (транспортные галереи, тоннели элеваторов) - 1,8 м.

Высота этажа головок норий (рисунок 2.1) складывается из следующих элементов:

h_1 - высота проекции самотека на вертикальную плоскость;

h_2, h_3 - высоты, обусловленные конструкцией норий (по нормалям);

h_4 - высота монтажная (0,7 м);

h_5 - высота, определяемая по размерам строительным конструкций здания (0,7 м).

Высота этажа надвесовых бункеров определяется по формуле:

$$H = \frac{E_6}{F \cdot \varphi \cdot \gamma}, \text{ м} \quad (2.1)$$

где E_6 - емкость над весового бункера, т;

F - площадь бункера, м^2 ;

φ - коэффициент использования объема бункера;

γ - объемная масса зерна, т/м^3 .

Если конусную часть бункера устанавливают на весовом этаже, высоту этажа надвесовых бункеров уменьшают на высоту конусной части.

Высота весового этажа в случае установки ковшовых весов (рисунок 2.2) складывается из:

h_1 - высоты весов;

h_2 - высоты, необходимой для монтажа над весовой задвижки ($h_2 = 0,5 - 0,6$ м);

h_3 - высоты, определяемой по размерам строительных конструкций здания ($h_3 = 0,7$ м).

При установке автоматических весов (рисунок 2.3) высота этажа складывается из:

h_1 - высоты части под весового бункера, находящегося на весовом этаже (этот бункер может быть и полностью расположен этажом ниже);

h_2 - высоты весов;

h_3 - высоты конусной части надвесового бункера.

Высота этажа поворотных труб (рисунок 2.4) включает:

h_1 - высоту поворотной трубы с патрубками;

h_2 - высоту конусной части под весового бункера;

h_3 - высоту цилиндрической части под весового бункера.

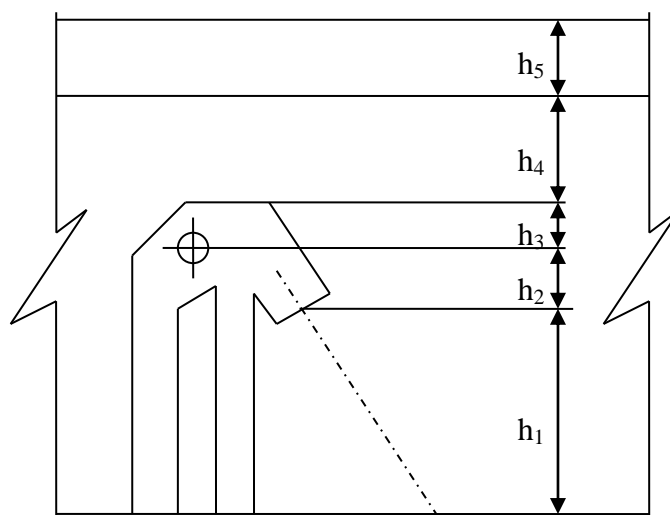


Рисунок 2.1 - Этаж головок норий

Высота распределительного этажа (рисунок 2.5) складывается из:

h_1 - высоты над силосного транспортера;

h_2 - высоты насыпного лотка;

h_3, h_5 - высот, необходимых для установки секторов;

h_4 - высоты проекции диктующего самотека на вертикальную плоскость.

В некоторых проектах этажи поворотных труб и распределительный объединяют в один этаж.

Высота сепараторного этажа (рисунок 2.6) включает:

h_1 - высоту расположения приемного отверстия сепараторов;

h_2 - высоту приемной коробки;

h_3, h_5 - высоты, необходимые для установки секторов;

h_4 - высоту проекции диктующего самотека на вертикальную плоскость (диктующим является самотек на сепаратор из наиболее отдаленного отверстия над сепараторного бункера);

h_6 - высоту, необходимую для установки патрубков под бункером.

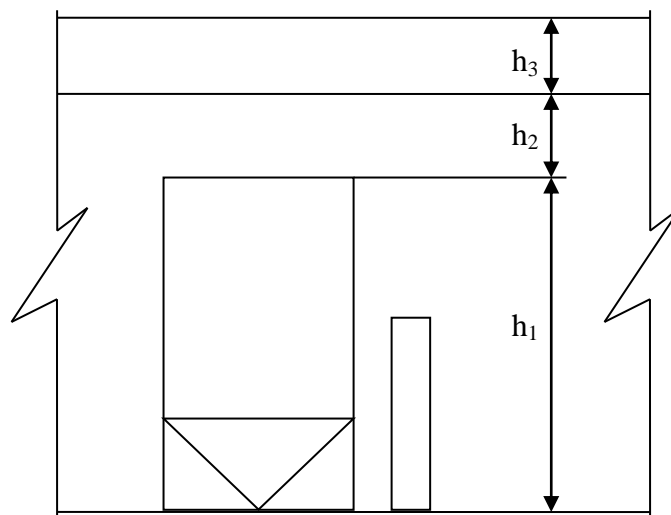


Рисунок 2.2 - Весовой этаж (весы ковшовые)

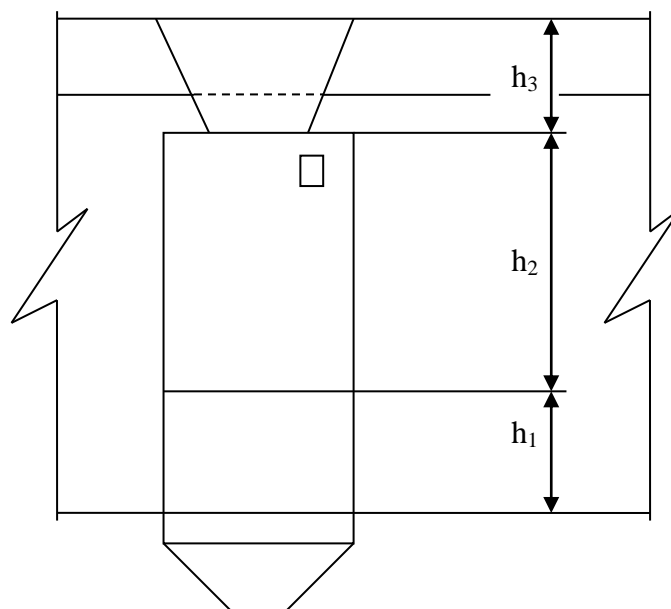


Рисунок 2.3 - Весовой этаж (весы автоматические)

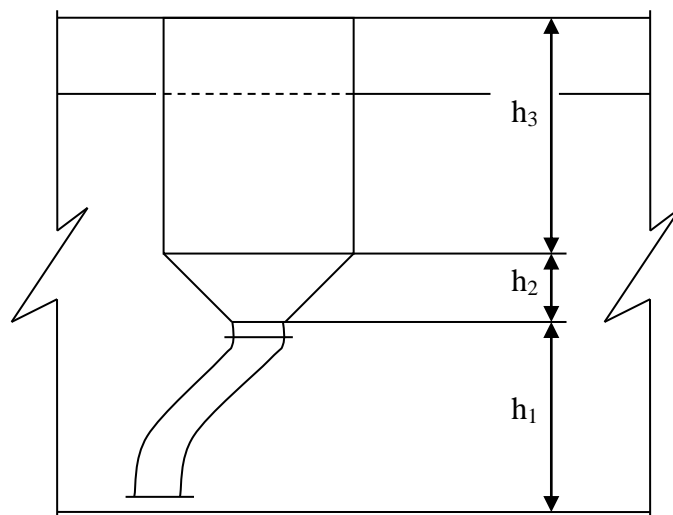


Рисунок 2.4 - Этаж поворотных труб

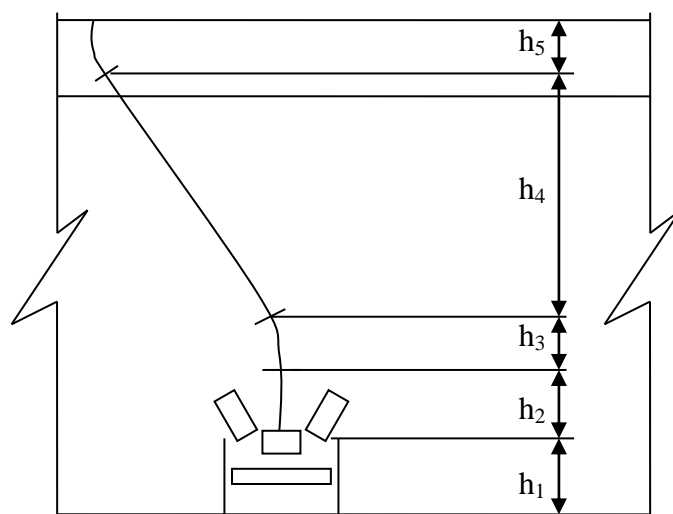


Рисунок 2.5 - Распределительный этаж

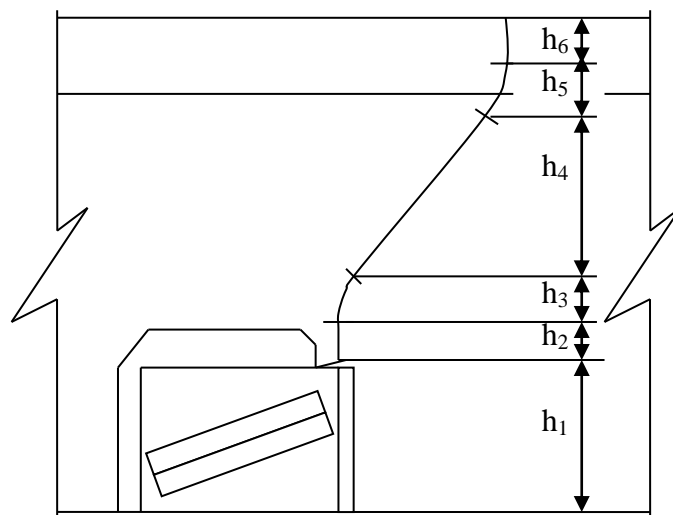


Рисунок 2.6 - Сепараторный этаж

Высота этажей надсепараторных и подсепараторных бункеров определяется, исходя из увязки рабочего здания элеватора с силосными корпусами (уровни пола распределительного и надсилосного этажей должны находиться на одной высотной отметке), и проверяется, исходя из условия обеспечения нормальной работы зерноочистительных машин (емкость бункеров должна быть не менее чем на 2 - 3 ч работы сепараторов). Высота этажа подсепараторных бункеров и бункеров для отходов обычно принимается равной высоте этажа надсепараторных бункеров. Если же бункера над и под сепараторами занимают различную площадь, соотношение высот этажей выбирают так, чтобы емкость верхних и нижних бункеров была одинакова.

После определения высоты этих этажей уточняется емкость бункеров рабочей башни.

Ниже этажа сепараторов обычно устанавливают контрольные сепараторы и триеры. На этом этаже чаще всего диктующим является самотек, по которому отходы с основного сепаратора поступают на контрольный. Для снижения высоты этого этажа иногда целесообразно подачу отходов на контрольные сепараторы осуществлять при помощи шнеков.

Высота этажа башмаков норий (рисунок 2.7) складывается из:

h_1 - высоты постаментов, предназначенных для удобства опорожнения при завале;

h_2 - расстояние от нижней кромки башмака до приемного носка нории;

h_3 - высоты, необходимой для установки ввода самотека в башмак нории;

h_4, h_6 - высот, необходимых для установки секторов;

h_5 - высоты проекции диктующего самотека на вертикальную плоскость;

h_7, h_8 - высот, связанных с конструкцией сбрасывающей коробки транспортера;

h_9 - высоты, необходимой для монтажа и ремонта сбрасывающей коробки (0,5 - 0,6 м);

h_{10} - высоты, определяемой по размерам строительных конструкций здания (0,7 м).

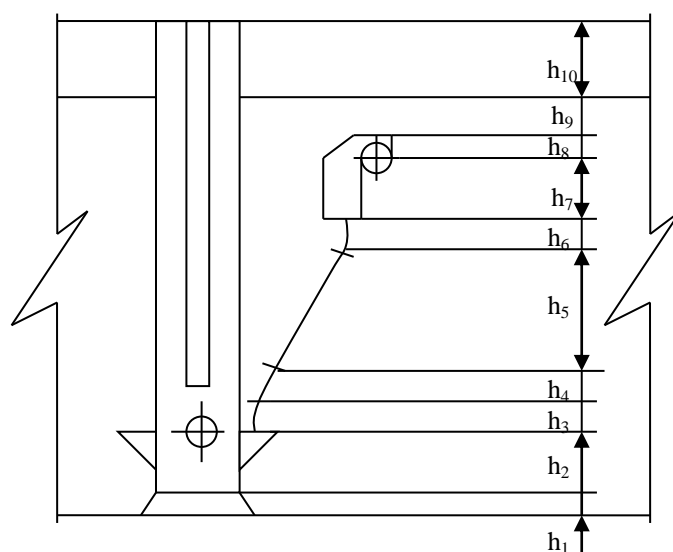


Рисунок 2.7 - Этаж башмаков норий

Высота под силосного этажа (рисунок 2.8) складывается из:

h_1 - высоты под силосного транспортера (минимальная величина $h_1 = 0,5$ м);

h_2 - высоты, необходимой для установки насыпного лотка;

h_3, h_5 - высот, необходимых для установки секторов;

h_4 - высоты проекции диктующего самотека на вертикальную плоскость (диктующий - самотек на под силосный транспортер от наиболее удаленного от него силоса);

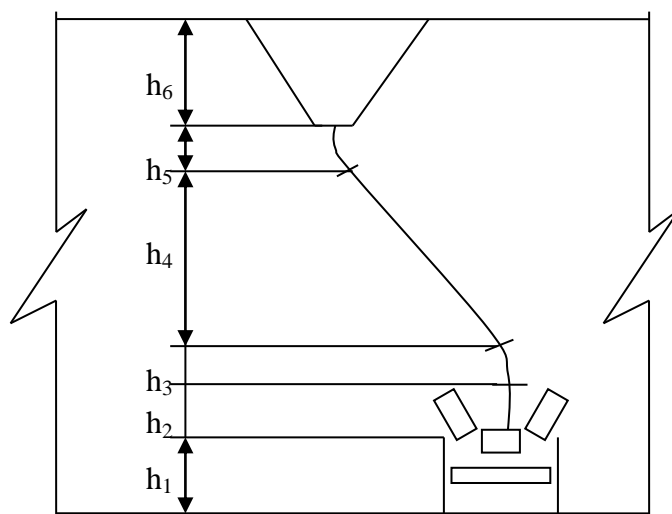


Рисунок 2.8 - Подсилосный этаж

h_6 - высоты подвесной воронки силоса.

Для определения высоты надсилосного этажа необходимо знать, как будут расположены надсилосные транспортеры с разгрузочными тележками [1].

3 Расчет емкости силосов и бункеров и определение габаритных размеров силосных корпусов

Емкость силосов круглой формы при впуске и выпуске зерна по центральной оси (рисунок 3.1) определяют по следующей формуле:

$$V_c = (V_1 + V_2 + V_3), \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

где V_c - общий объем зерновой массы в силосе;

$$V_1 = \frac{1}{12} \pi D^2 H_1$$

$$H_1 = \frac{D}{2} \text{tg } \alpha_1$$

$$V_2 = \frac{\pi D^2}{4} H_2$$

$$V_3 = \frac{1}{12} \pi D^2 H_3$$

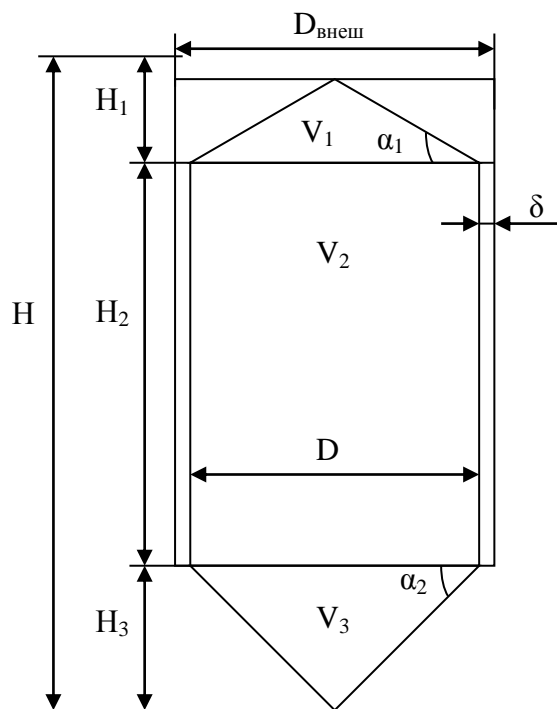
$$H_3 = \frac{D}{2} \text{tg } \alpha_2$$

$$H_2 = H - (H_1 + H_3)$$

От выпускного отверстия до над силосной плиты, $H = 30 - 50$ м (H выбирается кратной 0,6 м);

$$P_c = \gamma \cdot V_c, \text{ Т} \quad (3.2)$$

где γ - объемная масса зерна (для пшеницы $\gamma = 0,75 \text{ т/м}^3$).



α_1 - угол естественного откоса зерна ($\alpha_1 = 26^\circ$); $\alpha_2 = 36^\circ$ (для сухого зерна); $\alpha_2 = 45^\circ$ (для сырого зерна); H - высота силоса; D - внутренний диаметр силоса; $D = D_{\text{внеш}} - 2\delta$ м; δ - толщина стены силоса (для силосов из монолитного железобетона $\delta = 0,15$ м (150 мм) для сборных железобетонных силосов $\delta = 0,08$ м (80 мм)).

Рисунок 3.1 - Расположение зерна в круглом силосе

Масса зерна в силосе - звездочке при его выпуске по центральной оси равна:

$$P_{\text{зв}} = 0,25\gamma D^2(1/3H_1 + H_2 + 1/3H_3), \text{ т} \quad (3.3)$$

Масса зерна в силосе квадратной формы при заполнении по центральной оси равна:

$$P_{\text{кс}} = \gamma B^2 (1/3H_1 + H_2 + 1/3H_3), \text{ т} \quad (3.4)$$

где B - внутренний размер стороны силоса, м

$$H_1 = 0,564 \cdot B \cdot \text{tg}\alpha_1$$

$$H_3 = 0,564 \cdot B \cdot \text{tg}\alpha_2$$

Емкость бункера со сторонами A и B приближенно определяется по формуле:

$$E_6 = \varphi \cdot F \cdot H \cdot \gamma, \text{ т} \quad (3.5)$$

где φ - коэффициент использования объема бункера [1];

$F = A \cdot B$ - площадь бункера, м^2 ;

H - высота бункера, м;

γ - объемная масса зерна, $\text{т}/\text{м}^3$.

Определение необходимой емкости элеватора и емкость одного силоса, приступают к выбору расположения силоса (сетки силосов) и расчету их числа. При выборе сетки силосов помимо емкости элеватора следует учитывать минимальное количество надсилосных и подсилосных транспортеров, размер участка для строительства. Обычно силосы располагают в 3 - 4 ряда. В случае строительства элеватора большей емкости и наличия небольшого участка для строительства нужно переходить и многорядному расположению силосов, но при этом количество над и под силосных транспортеров увеличивается.

Намечают предварительно количество силосных корпусов (емкость одного силосного корпуса принимают $E_{ск} = 12 - 40$ тыс. т):

$$N = \frac{E}{E_{ск}} \quad (3.6)$$

где E - емкость элеватора, тыс.т.

Затем по формуле 3.6 рассчитывают более точную емкость силосного корпуса, задаются числом рядов силосов n и определяют число круглых силосов в одном ряду m по формулам:

Общая емкость силосного корпуса

$$E_{ск} = P_c \cdot n \cdot m + P_{зв}(n-1)(m-1), \text{ т} \quad (3.7)$$

Отсюда

$$m = \frac{E_{ск} + P_{зв}(n-1)}{n \cdot P_c + P_{зв}(n-1)} \quad (3.8)$$

По внешнему диаметру, число силосов в одном ряду и числу рядов определяют размеры силосного корпуса элеватора в плане:

Длина

$$L_{ск} = D_{внеш} \cdot m, \text{ м} \quad (3.9)$$

Ширина

$$B_{ск} = D_{внеш} \cdot n, \text{ м} \quad (3.10)$$

Длина одного силосного корпуса не должна превышать 48 м, а отношение длины силосного корпуса к его ширине должно быть не более 2.

Если при полученномт длина силосного корпуса или отношение $\frac{L_{ск}}{B_{ск}}$ превышает указанные, увеличивают n или увеличивают число силосных корпусов и повторяют расчеты.

После окончательного определения n и m уточняют емкость силосного корпуса:

$$E_{ск} = E_{кк} + E_{зв} \quad (3.11)$$

где $E_{кк}$ - общая емкость всех круглых силосов в корпусе

$$E_{кк} = P_c \cdot n \cdot m \quad (3.12)$$

где $E_{зв}$ - общая емкость всех силосов звездочек

$$E_{зв} = P_{зв}(n-1)(m-1) \quad (3.13)$$

Общая емкость всех силосных корпусов должна быть не меньше необходимой (заданной) емкости элеватора.

Общее число силосов квадратной формы в одном ряду равно:

$$m = \frac{E_{скв}}{P_{квс} \cdot n} \quad (3.14)$$

Размеры силосного корпуса с силосами квадратной формы в плане можно рассчитать по формуле:

длина $L_{\text{СККВ}} = V_{\text{внеш}} \cdot m$ м; ширина $B_{\text{СККВ}} = V_{\text{внеш}} \cdot n$ м

где $V_{\text{внеш}}$ - внешний размер стороны силоса

4 Увязка основных сооружений элеватора

4.1 Расположение основных сооружений на территории

К рабочему зданию, являющемуся производственным центром элеватора, привязывают силосный корпус и все приемно-отпускные устройств.

Рабочее здание располагают по отношению к силосному корпусу по двум вариантам:

- 1) длинной осью рабочего здания перпендикулярно продольной оси силосного корпуса;
- 2) параллельно; наиболее часто используемый первый вариант.

Привязка силосных корпусов к рабочему зданию в плане зависит от габаритных размеров силосного корпуса и рабочего здания, сетки силосов силосного корпуса.

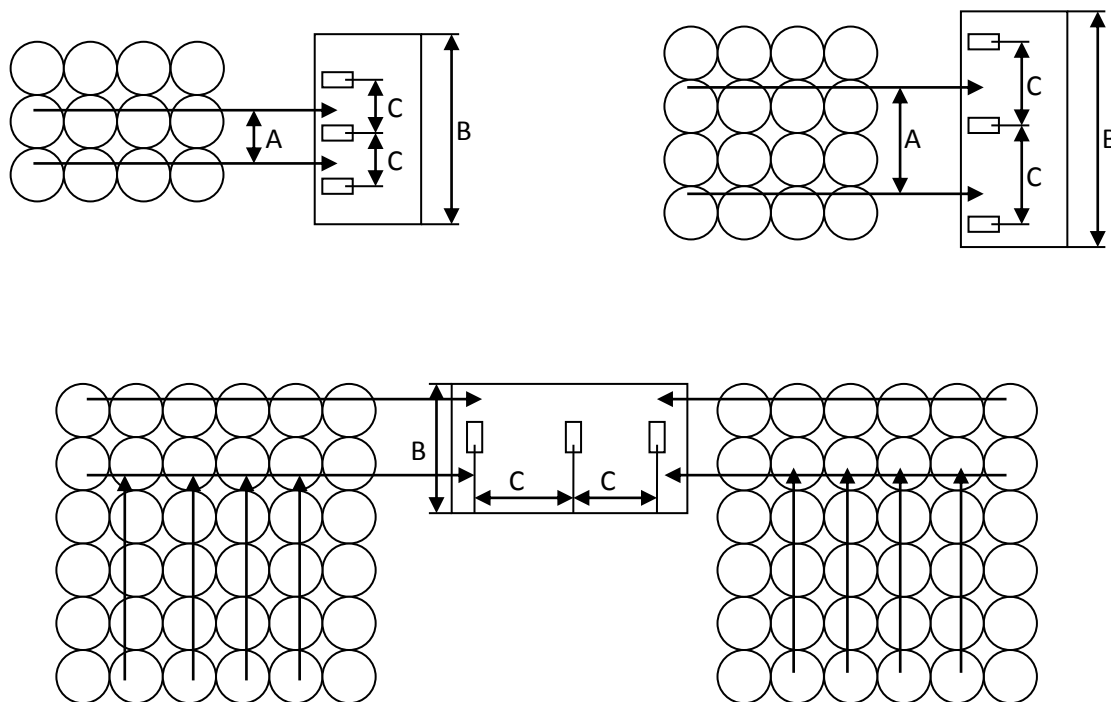
Выбор сетки силосов зависит от типа силосного корпуса. Расположение квадратных силосов может быть только рядовое, расположение круглых силосов, как правило, рядовое, в исключительных случаях допускается шахматное.

Количество рядов силосов зависит от размеров рабочего здания и схемы привязки силосов к рабочему зданию (рисунок 4.1).

Наиболее распространен случай трехрядного расположения силосов (рисунок 4.1а). При четырехрядном расположении силосов (рисунок 4.1б) применяют 3 надсилосных транспортера и 2 подсилосных. Если применяются силоса большей емкости (рисунок 4.1в), то транспортеры можно расположить, как показано на рисунке. Во всех случаях необходимо взаимоувязывать размеры А, В и С.

При высотной увязке полы надсилосного этажа силосного корпуса и распределительного этажа рабочего здания располагаются на одной отметке.

Величина разрыва между рабочим зданием и силосным корпусом должна быть минимальной.



А - расстояние между транспортерами; В - определяющий размер рабочего здания; С - расстояние между нориями.

Рисунок 4.1 - Варианты привязки силосных корпусов

Приемные устройства с автомобильного и железнодорожного транспорта, как правило, соединяются с рабочим зданием подземными галереями. Их взаимная увязка должна также обеспечить минимальное расстояние.

Устройство для приема и отпуса зерна на водный транспорт соединяют с рабочим зданием над земными транспортными галереями. В этом случае разрыв определяется расположением элеватора на берегу.

Приемные и отпускные устройства с железной дороги и автотранспорта располагают по разные стороны элеватора.

Зерносушилки располагают по нескольким вариантам: в рабочем здании элеватора, в силосном корпусе, в промежутке между рабочим зданием и силосным корпусом, рядом с силосным корпусом, рядом с рабочим зданием. При этом необходимо стремиться так, располагать зерносушилки, чтобы была возможна блокировка их топок в одном помещении для удобства обслуживания.

4.2 Привязка силосов и приемных устройств к рабочему зданию элеватора

Величину разрыва между силосным корпусом и рабочим зданием определяют по высоте подъема сбрасывающих лотков приемного транспортера, необходимой для обеспечения подачи зерна с транспортера на нории (рисунок 4.2).

Расстояние между началом подъема ленты и сбрасывающим барабаном транспортера

$$L_0 = h_9 \cdot \operatorname{ctg} \alpha = (h + h_8 - h_1) \operatorname{ctg} \alpha, \text{ м} \quad (4.1)$$

Разрыв L между силосным корпусом и рабочим зданием определяют по формуле:

$$L = L_0 - (l_1 - l_2), \text{ м} \quad (4.2)$$

В соответствии с рисунком 4.2:

h - высота от пола подсилосного этажа до уровня земли,

h_1 - высота транспортера (принимать по нормальям, но не менее 0,6 м);

h_2 - высота, необходимая для расположения самотека от наиболее удаленного ряда силосов под требуемым углом наклона, определяется по формуле (4.3);

h_3 - расстояние от пола до приемного лотка нории, принимают по нормам нории, м;

h_4 - высота самотечной трубы от сбрасывающего лотка до приемного носка нории, определяют так же как h_2 , м;

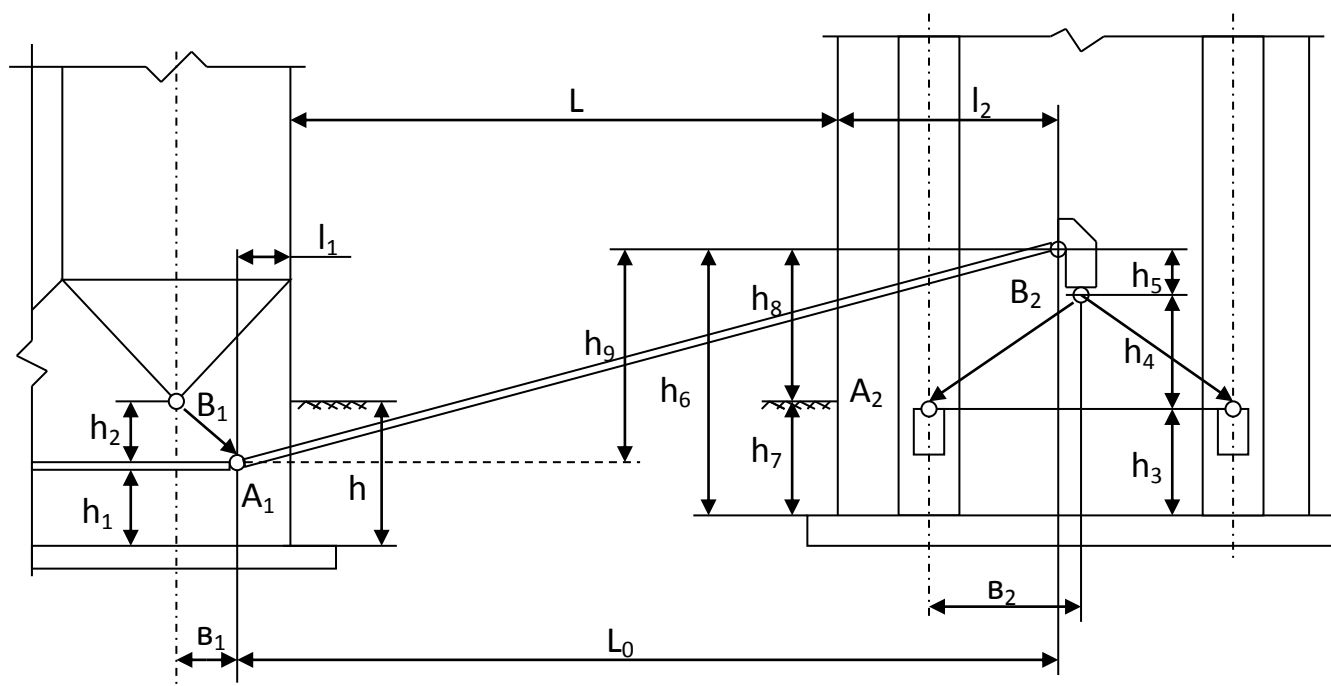


Рисунок 4.2 - Определение расстояния между силосным корпусом и рабочим зданием элеватора

h_5 - конструктивный размер сбрасывающего лотка, принимают по нормам транспортера, м;

h_6 - высота от пола рабочего здания до оси сбрасывающего барабана транспортера, м;

h_7 - высота от пола рабочего здания до уровня земли, м;

h_8 - высота от уровня земли до оси барабана, м;

h_9 - высота подъема ленты транспортера, м;

α - угол подъема ленты транспортера для зерна пшеницы принимать не более 16° , для проса и гороха не более 10° ;

l_1 - расстояние от начала подъема ленты транспортера до стены силосного корпуса, м;

l_2 - расстояние от оси барабана транспортера до стены рабочего здания элеватора, м.

$$h_2 = v_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (4.3)$$

где v_1 - проекция расстояния между точками B_1 и A_1 (приемный лоток транспортера) на горизонтальную плоскость (т.е. на плане);

α_0 - угол наклона самотека принимается в зависимости от влажности зерна W %: при W до 20 % - $\alpha_0 = 36^\circ$; при W более 20 % - $\alpha_0 = 45^\circ$.

Привязка приемных устройств осуществляется аналогично. Высота (рисунок 4.2) определяется при этом необходимостью размещения патрубков, больших самотечных труб и приемных лотков, принимать не менее 0,8 м.

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.