**Дистанционный урок МДК 01.02 «Технология производства сварных конструкций»** (07.05.2020г.)

группа № 16 «А»

(согласно КТП на 1-2 полугодие 2019-2020г)

**ЛР по теме:** **«Расчет сварного бункера на прочность»**

**Цель работы:**

Научиться основным принципам расчета сварного бункера.

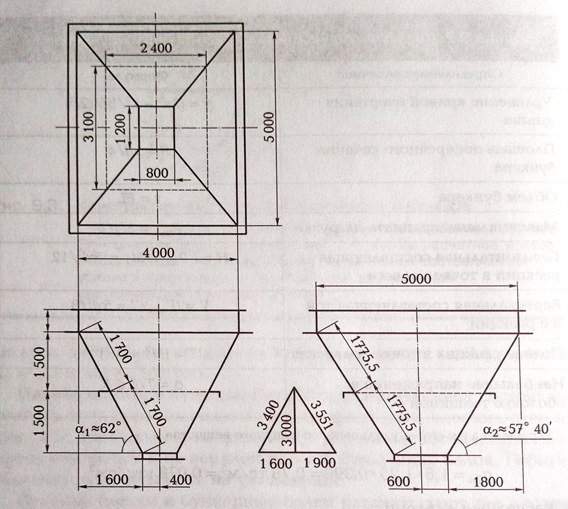
**Порядок выполнения работы:**

Решение задач;

Ответить на вопросы.

**Практическая часть**

Рассчитать стальной бункер с плоскими стенками, изображенный на рис.1, при удельном весе заполнителя **γ=1,6 тс/м3, K=0,217 (φ=400).** Марка стали **– Ст.3.**



*Рис. 1. Размеры бункера с плоскими стенками для расчета на прочность*

1. **Обшивка. Стенка имеет угол наклона α1=620, длина пролета l0=340/2=170 см; sin2620=0,781; cos2=620=0,221; l02=28900 см2.**

Толщина обшивки **δ=16 мм.** Нормативное давление на стенку составляет:

**в середине первого (нижнего) пролета при z=2,25+0,50=2,75 м –**

**q1н=1,6 х 2,75(0,217 х 0,781+0,221)=1,72 тс/м2=0,172 кгс/см2**

**в середине второго (верхнего) пролета при z=0,75+0,50=1,25 м –**

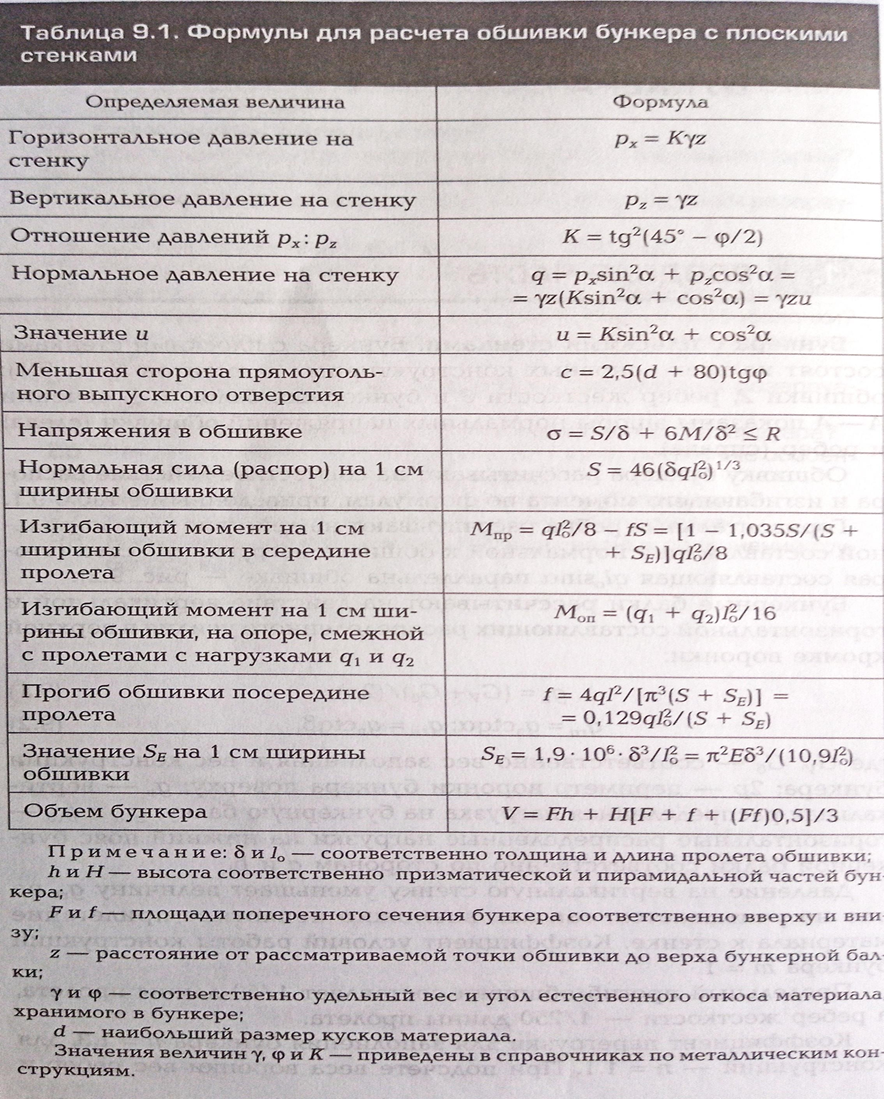
**q2н=1,6 х 1,25 х 0,390=0,78 тс/м2=0,078 кгс/см2**

**Расчеты давления:**

**q1=1,3 х 0,172=0,22 кгс/см2**

**q2=1,3 х 0,078=0,10 кгс/см2**

Для определения наибольшего момента в обшивке необходимо сравнить моменты в пролете (с учетом разгружающего воздействия нормальной силы) и на опоре (см. табл.9.1)



**S=46(1,6 х 0,22 х 28900)1/3=1040 кгс**

**SЕ=1,9 х 106 х 1,63/28900=270 кгс**

**Мпр=0,22 х 28900[1-1,035 х 1040/(1040+270)]/8=163 кгс.см;**

**Моп=(0,22+0,10)28900/16=578 кгс.см> Мпр;**

**σ =1040/1,6+6 х 578/1,62=1900 кгс/см2<2100 кгс/см2**

Относительный прогиб обшивки под действием нормативной нагрузки составляет**:**

**f/l0=0,129 х 0,172 х 170/ (1040+270) =1/350<1/50**

Смежная стенка имеет угол наклона:

**α2=57040/; пролетом l0=355,1/2=177,6 см; sin257040/=0.715; cos257040/=0,286; l02=31540 см2**

Толщина обшивки **δ=18 мм.** Давление на стенку составляет:

**при z=22,75 м –**

**q1н=1,6 х 2,75(0,217 х 0,715+0,286)=1,94 тс/м2=0,194 кгс/см2;**

**q1=1,3 х 0,194=0,252 кгс/см2**

**при z=1,25 м –**

**q2н=1,6 х 1,25 х 0,441=0,882 тс/м2;**

**q2=1,3 х 0,088=0,114 кгс/см2;**

**S=46(1,8 х 0,252 х 31 540)1/3=1120 кгс;**

**SЕ=1,9 х 106 х 1,83/31540=352 кгс;**

**Mпр=0,252 х 31540[1-1,035 х 1120/ (1120+352)]/8=169 кгс.см;**

**Моп=(0,252+0,114)31540/16=720кгс.см> Мпр;**

**σ=1120/1,8+720/1,82=1950 кгс/см2<2100 кгс/см2**

**Проверка прогиба:**

**f/l0=0,129 х 0,194 х 177,6/ (1120+352) =1/326<1/50**

1. **Ребра.** Расстояние от ребра до верхних бункерных балок

**z=150+50=200 см.** Так как давление пропорционально z, тонормальные давления на стенки на уровне ребер:

**q1=qα1=200 х 0,22/275=0,16 кгс/см2;**

**q2=qα2=200 х 0,25/275=0,18 кгс/см2;**

Распределенная (погонная) нагрузка на ребра:

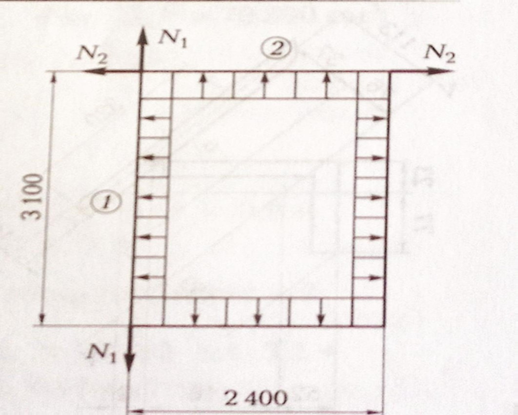
**pн=0,217 х 1,6 х 2 х 1,5=1,04 тс/м;**

**p=1,3 х 1,04=1,35тс/м**

Нормальные силы в ребрах (рис.2)

**При l=3,10 м N1=1,35 х 2,4/2=1,62 тс=1620 кгс;**

**При l=2,40 м N2=1,35 х 3,10/2=2,10 тс=2100 кгс.**

****

*Рис. 2. Схема действия нормальных сил N в ребрах бункера*

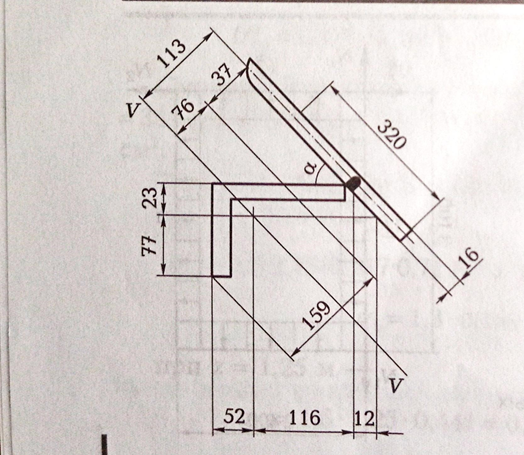
Произведем расчет для ребра с l=310 см, N=1620 кгс. Давление на ребро передается от полосы шириной 170 см.

Наибольший момент в ребре относительно оси, параллельной полоски обшивки:

**M=0.16 х 170 х 3102/8=326000 кгс.см**

Сечение ребра (рис.3) состоит из сечения уголка размерами **160 х 100 х10 мм**, площадью **F=25,3 см2** с моментами инерции **jx=667 см4; Jy=204 см4** и сечения участка обшивки длиной по **10δ=10 х 16=160 мм** в каждую сторону от ребра. Угол наклона **α=21018/**. Суммарная площадь сечения:

**∑F=25,3+1,6 х 32=76,5 см2**

****

*Рис. 3. Сечение ребра бункера*

Для определения момента инерции уголка относительно оси, которая повернута на угол, равный 620, находим сначала центробежный момент инерции уголка относительно его повернутых главных осей:

**tgα=0,39; tg(2α)=0.92;**

**Jxy=0,5(Jy-Jx)tg(2α)=0,92 х 0,5(204-667)=-213 см4**

Момент инерции относительно оси V:

**Jv=Jxsin2620+Jycos2620-Jxysin1240=**

**=667 х 0,781+204 х 0,221-(-213)0,829=743 см4**

Расстояние от оси V до оси обшивки равно:

**128 х 300/340= 113 мм**

Расстояние от оси V до нейтральной оси:

**U=32 х 1,6 х 11,3/76,5=7,6**

Отсюда:

**J=743+25,3 х 7,62+51,2 х 3,72=2900 см4**

**W=2900/15,9=182 см3**

**σ=1620/76,5+326000/182=1810 кгс/см2<2100 кгс/см2**

Относительный прогиб ребра:

**f/l=0,16 х 170 х 3103/(76,8 х 2,1 х 106 х 2900)=1/580<1/250**

Для сечения бункерной балки**(рис.4)**

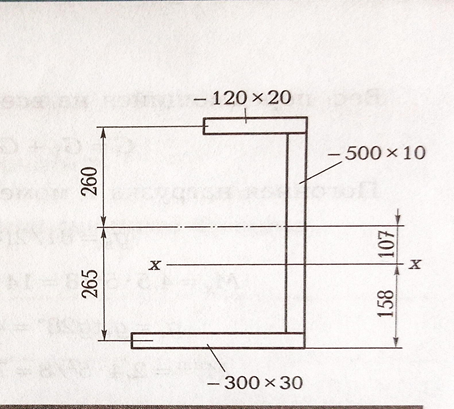
**F=50 х 1+12,2+30 х 3=50+24+90=164 см2;**

**y=(26,5 х 90-26 х 24)/164=10,7 см;**

**Jx=1 х 503/12+24 х 262+90 х 26,52-164 х 10,72=70800 см3;**

**Wн.пz=70800/17,3=4100 см3;**

**Wн.пz=450 см3**

****

*Рис. 4. Сечение бункерной балки*

Вес заполнения бункера:

**Gv=1,3γV=1,3 х 1,6[4 х 5 х 0,5+3[4 х 5+1,2 х 0,8+(4 х 5 х 1,2 х 0,8)0,5]/3]=74 тс**

Вес воронки при конструктивном коэффициенте 1,2

**Gб=1,1 х 1,2γ∑δS=1,1 х 1,2 х 7,85 х 2(0,016 х 3,4 х 3,1+0,018 х 3,55 х 2,4+0,010 х 0,5 х 9)=7 тс.**

Вес, передающийся на все балки:

**G=GV+Gб=74+7=81 тс**

Погонная нагрузка и моменты, действующие на балки:

**gв=81/2(4+5) =4,5 тс/м;**

**Мx=4.5 х 52/8=14 тс/м=1400000 кгс.см;**

**gг=gвtg280=4,5 х 0,532=2,4 тс/м;**

**Wн.пz=2,4 х 52/8=7,5 тс.м**

Напряжения в крайней фибре нижнего пояса:

**1400000/4100+750000/450=2010 кгс/см2<2100 кгс/см2**

**Задание.**

По примеру решенной задачи составить формулы.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные элементы сварных бункеров с плоскими стенками.
2. На какие усилия рассчитывают обшивку бункера?
3. На какие усилия рассчитывают бункерные балки и ребра?
4. Что понимают под коэффициентом перегрузки при заполнении бункера?

**Литература:**

1. В.Н. Галушкина Технология производства сварных конструкций: учебник для нач. проф. Образования / В.Н. Галушкина.- 4-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия» 2013.-192с.
2. Овчинников В.В Расчет и проектирование сварных конструкций : Практикум и курсовое проектирование : учеб. Пособие для студ. Сред. Проф. Образования / В.В. Овчинников.-М.: Издательский центр «Академия», 2016.- 224с.
3. Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов: Овчинников В.В.-3-е изд., Издательский центр «Академия», 2013. -240стр.
4. Маслов В.И. Сварочные работы: Маслов В.И.-9-е изд., перераб. И доп.-М: Издательский центр «Академия», 2012. -288с.
5. Овчинников В.В. Современные виды сварки: Овчинников В.В.-3-е изд., стер. –М; Издательский центр «Академия», 2013. -208стр.
6. Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных положениях: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М. Издат. Центр «Академия», 2013. – 304с.