

*Канд. техн. наук, доцент Сергиенко С.Н.
Канд. техн. наук, доцент Гайко Ю.И.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ЗЕРНОВЫХ СИЛОСОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ВОЗВЕДЕНИЯ

Авторами раніше методами теорії оболонок вирішені питання розрахунку металевих циліндричних оболонок зернових силосов із гладкою стінкою. На підставі їх рекомендовані практичні методи розрахунку на міцність і стійкість. Наведено технологію і витрата металу на основні типи циліндричних оболонок.

В последние годы в условиях городской и поселковой застройки широкое применение получают металлические зерновые силосы, выполненные в виде цилиндрических оболочек. Это объясняется рядом их преимуществ по сравнению с силосами, выполненными из железобетона. К таким преимуществам относятся: возможность заводского изготовления, удобство транспортирования и монтажа, относительно невысокая стоимость [1,2].

В работе [2] методами теории оболочек решены вопросы расчета металлических цилиндрических оболочек зерновых силосов с гладкой стенкой. На основании их можно рекомендовать практические методы расчета при следующих исходных предположениях:

– нагрузка от внутреннего давления зерна принимается осесимметричный и в соответствии [3];

– в запас устойчивости внутренним давлением и упругим отпором зерна пренебрегаем;

– сила трения зерна о стенку силоса принимается осесимметричной с коэффициентом трения $f = 0,4$;

– нагрузка на оболочку от действия ветра принимается по рекомендациям СНиП 2.01.07 [2,3]. По высоте силоса эта нагрузка постоянная;

– принимая во внимание то, что силосы обычно возводятся блоками и соединяются между собой галереями смещение верхней части будет отсутствовать, при этом учитывая, что для оболочек силосов, имеющих отношение толщины к радиусу h/R , равное $(0,25 * 10^{-3} \div 1,5 * 10^{-3})$ и отношение высоты к радиусу H/R порядка $(0,5 \div 4)$ потеря устой-

чивости будет происходить как и для длинных оболочек, поэтому в этом случае влияние граничных условий незначительно, следовательно, в запас устойчивости опирание оболочки вверху и внизу можно принять шарнирным;

– расчеты на прочность незаполненного силоса от ветровой нагрузки можно не производить, так как вопросы прочности будут удовлетворены автоматически из условия прочности от внутреннего давления зерна, поскольку напряжения от внутреннего давления зерна значительно больше, чем от ветровой нагрузки [2].

Таким образом можно рекомендовать следующие практические методы расчета:

– на основании проведенных исследований с использованием теории оболочек [2] установлено, что потеря устойчивости под действием осесимметричной нагрузки от силы трения и веса кровли происходит с образованием большего числа волн в окружном направлении и по характеру волнообразования достаточно близко напоминает потерю устойчивости оболочек данного типа от осевых сил, приложенных к верхней кромке, поэтому в практических задачах можно воспользоваться этим решением.

– исследование потери устойчивости под действием ветровой нагрузки [2] показывает, что потеря устойчивости оболочки от действия ветровой нагрузки и веса кровли происходит с большим числом волн в окружном направлении и по одной полуволне вдоль образующей поэтому в практических расчетах ветровую нагрузку можно принять осесимметричной и равной величине напора ветра.

– прочностные расчеты выполняются в соответствии с рекомендациями СНиП [2,3]

– при подборе сечений определяющими расчетами, будут расчеты на устойчивость от силы трения зерна и веса кровли, и от ветровой нагрузки на пустой силос.

В настоящее время существует большое разнообразие конструктивных решений цилиндрических оболочек силосов, однако из этой суммы можно выделить лишь несколько принципиально различных решений, все остальные будут отличаться от них лишь в деталях. Возведение таких оболочек будет также производиться ограниченным числом методов. Для таких конструктивных решений основной особенностью будет очень малое отношение толщины оболочки к радиусу h/R порядка $(0,25 * 10^{-3} \div 1 * 10^{-3})$. Емкость таких силосов от 50 до 2000 м³. Возводятся такие силосы блоками или отдельно стоящими емкостями.

Таким образом основными типами цилиндрических оболочек, применяемых в настоящее время, будут следующие:

– силосы с гладкими стенками, изготавливаемые методом рулонирования. Эти силосы могут изготавливаться переменной толщины по высоте силоса. Швы сварные. Расход металла – 32 кг на тонну хранимого продукта [3];

– силосы с гладкими стенками, получаемые из рулонной заготовки, соединяемой при помощи двойного фальца. Эти силосы построены в г. Липецке. Силосы могут иметь подкрепления в виде стоек на всю высоту силоса или на ее нижнюю часть. Такие силосы очень технологичны, так как фальц выполняется автоматическим устройством. Фальцы, получаемые в результате навивки, повышают устойчивость оболочки на воздействие ветровой нагрузки. Расход металла 12 ÷ 14 кг на тонну хранимого продукта;

– силосы с горизонтальными гофрами, подкрепленные вертикальными стойками. Такой силос построен в совхозе «Братский» Ростовской области. Изготавливаются силосы из гофрированных панелей заводского изготовления с кривизной в одном направлении равной кривизне цилиндрической оболочки. Возводятся такие оболочки методом подращивания снизу, для чего по периметру устанавливаются домкраты. Соединение панели выполнено на болтах. Расход металла 16,4 кг на тонну хранимого продукта.

– силосы с вертикальными гофрами, скрепленные бандажами. Такие силосы разработаны в ЦНИИпроектстальконструкция. Для восприятия ветровой нагрузки бандажи выполнены в виде уголков. Монтаж таких силосов выполняется краном. Наряду с низкой металлоемкостью, технология изготовления таких силосов недостаточно разработана. Расход металла составляет 14 – 16 кг на тонну хранимого продукта.

Кроме перечисленных конструкций применяются силосы из дуговых или сегментных панелей с отбортовкой, которая играет роль подкрепляющего элемента и некоторые другие. Возводить такие силосы можно методом подращивания или монтажа их краном.

Область рационального применения той или иной конструкции силоса требует дополнительных исследований.

Результаты данной работы могут быть использованы проектировщиками при проектировании металлических цилиндрических силосов под различные сыпучие материалы.

Авторами ранее методами теории оболочек решены вопросы расчета металлических цилиндрических оболочек зерновых силосов с гладкой стенкой. На основании их рекомендованы практические методы расчета на прочность и устойчивость. Приведена технология и расход металла на основные типы цилиндрических оболочек.

Before by the methods of theory of shells the questions of computation of metallic cylindrical shells of corn silos with a smooth wall are decided by authors. The practical methods of computation on durability and stability are recommended on the basis of them. Ttechnology and expense of metal on the basic types of cylindrical shells is resulted.

Библиографический список.

1. Державні будівельні норми України. Види, склад, порядок розроблення, погодження та затвердження містобудівної документації для сільських поселень. ДБН Б2 4-2-94. –К.: Держмістобудування України, 1994. –38с.

2.Сергиенко С.Н. Разработка методики расчета на прочность и устойчивость цилиндрических оболочек зерновых силосов: Автореф. дис. канд. техн. наук. /ЦНИИ проектстальконтрукция. – М.,1986. – 12 с.

3.Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Підприємства будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна. ДБН В2 2 -8-98. –К.: Держбуд України, 1998. –41с.

4.Лабутин В.Н. Некоторые вопросы применения металлических зернохранилищ //Труды ЦНИИЭПсельстроя. – 1976. –Вып. 16.– с. 21-27.