

УДК 624.954:72

Усиление конструкций силосного корпуса

Туров А.И.

Дальневосточный государственный аграрный университет

Аннотация

Учитывая увеличение производства зерна и сои, необходимо позаботиться о сохранении урожая, а также экспорте продукции сельскохозяйственной отрасли.

Целью исследований является расчет и усиление колонн и капителей подсилосного этажа и фундаментной плиты зернового элеватора. В соответствии с полученными результатами расчета, даны рекомендации по усилению капителей колонн.

В данной статье рассматриваются варианты расчета армирования фундаментной плиты силоса для хранения зерна. Приведено описание конструктивного решения зернового элеватора. Рассматриваются причины, образования трещин и отслоение защитного слоя бетона в капителях силоса. Предложено конструктивное решение усиления капителей силосного корпуса

Ключевые слова: ЗЕРНОВОЙ СИЛОСНЫЙ КОРПУС, СБОРНЫЕ СТЕНЫ СОГ, ОБСЛЕДОВАНИЕ, ДЕФЕКТЫ КОНСТРУКЦИЙ, УСИЛЕНИЕ КАПИТЕЛЕЙ, ФУНДАМЕНТНАЯ ПЛИТА

Конструктивное решение зернового элеватора

В состав элеватора входят: шесть силосных корпусов (№1-6), рабочее здание РЗС-6х170, а также зерносушилки, приемные устройства зерна с автотранспорта и другие производственные и вспомогательные сооружения.

Нормативное значение веса снегового покрова S_0 на 1 м^2 горизонтальной поверхности для II-го снегового района: 1,0 кПа (100 кгс/м²). Нормативное значение ветрового давления W_0 на 1 м^2 поверхности для II-го ветрового района: 0,30 кПа (30 кгс/м²).

Коэффициент надёжности для II-го уровня ответственности, согласно ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»:

$\gamma_n = 1$. Сейсмичность площадки – 6 баллов.

Начало строительства зернового элеватора 1973 год. Зернохранилище сдано в эксплуатацию в период с 1974 по 1979 год.

Комплекс элеватора состоит из блока шести силосных корпусов типа СКС-3-60 с размерами 18х30х36,6 м и рабочего здания.

Фундаменты под здания силосных корпусов выполнены в виде монолитных плит с железобетонными подоконниками размерами 1,5х1,5 м. Высота сечения фундаментных плит 500 мм, а общая высота с подколонниками 1050 мм.

Согласно техническому отчёту об инженерно-геологических изысканиях (технический отчёт по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации ШИФР № 28-2019-620И-ИГИ, Благовещенск, 2019), грунты представлены суглинками тугопластичной консистенции, песками мелкими и песками средней крупности. Уровень подземных вод зафиксирован на глубине 4,6-4,9 м от поверхности. По характеру техногенного воздействия застраиваемая площадка относится к потенциально подтопляемой. Максимально возможный подъём уровня грунтовых вод 1,0 м. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов - 3,0 м.

По степени морозного пучения грунт ИГЭ №2 (суглинок) - среднепучинистый.

Подсилосные колонны силосного корпуса выполнены по серии 3.702-1 вып.2, установлены в башмаки фундамента (подколонники) и замоноличены. Сечение колонн 500х500 мм. Высота колонн подсилосного этажа 6,0 м.

Продольное армирование колонны 4Ø28 А-III; поперечная арматура – Ø10 А-I с шагом 400 мм. Бетон колонны и капители класса В25.

Капители колонн в плане имеют размеры 900х900 мм; высота капители - 650 мм. Армирование капители по высоте – 4 сетки, с шагом 125 мм. Сетки косвенного армирования капители выполнены из арматуры Ø8 А-I с шагом 150 и 100 мм и окаймляющего стержня сетки - из арматуры Ø10 А-III.

Стены силосов выполнены из объёмных элементов СОГ с размерами 3х3 м по серии 3.702-1 вып.3, угловых и плоских панелей, соединяемых на болтах. Количество элементов по высоте – 25 шт. Размещение элементов СОГ в плане – 6х10 шт. Каркас надсилосных этажей силосных корпусов элеватора – одноэтажный с двухпролётными рамами, с железобетонными балками по серии ПК 01-115, опирающимися шарнирно на колонны. Колонны каркаса сечением 300х300 мм имеют консоли для опирания балок. Высота колонн – 4,8 м. Плиты покрытия – ребристые, высотой 300 мм по серии 1.465-7 вып. 3.

Туров А.И. Усиление конструкций силосного корпуса
 Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»

Ширина плит – 1,5 м. Стеновое ограждение – из керамзитобетонных навесных панелей для неотапливаемых зданий. Высота надсилосного этажа 4,5 м - в коньке и 3,8 м - по стене (рис. 1).

Элеватор осуществляет приемку, подработку, хранение и отгрузку заказчикам различного зерна: пшеницы, ржи, ячменя, сои и других культур. Здание элеватора возведено в 1973 г. по типовому проекту 702-2 и с учётом типового проекта 702-19 [1].

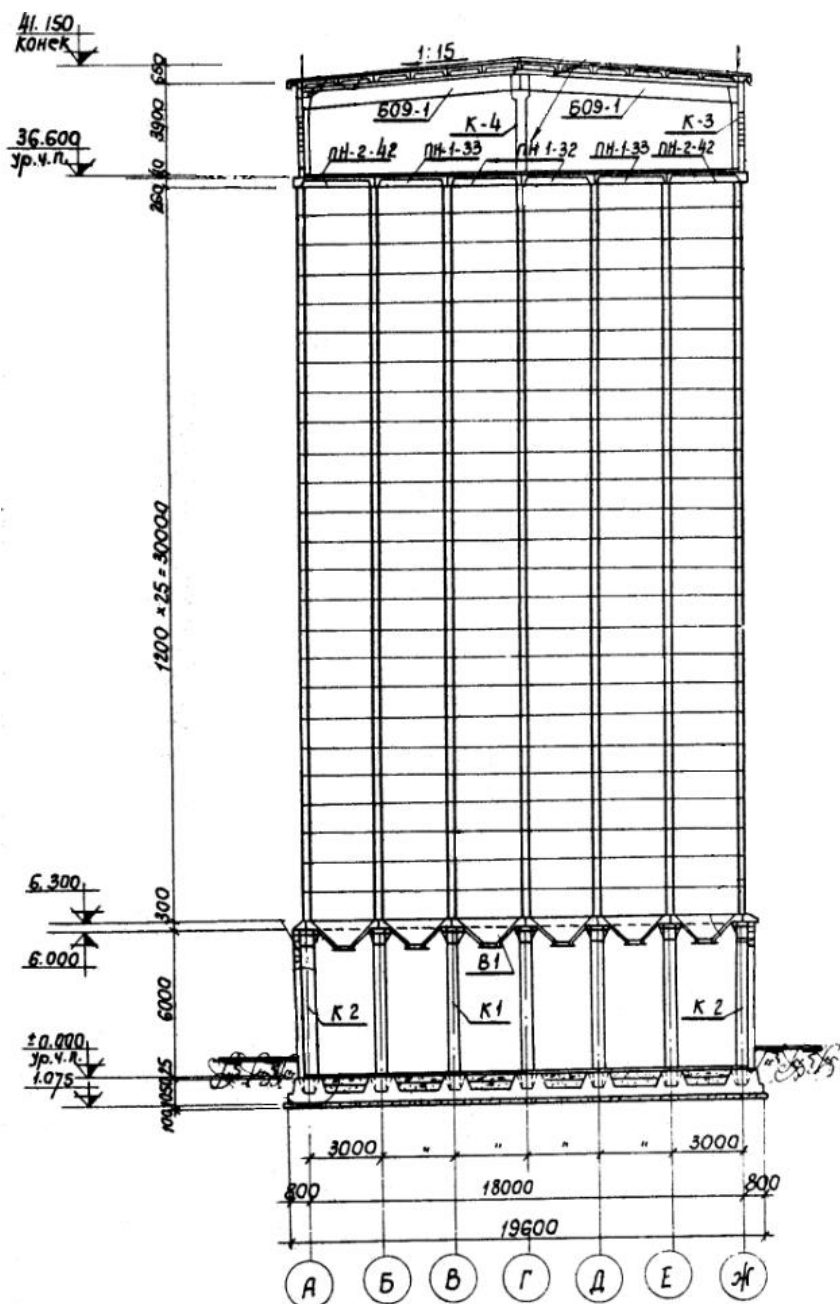


Рис. 1. Силосный корпус СКС-3-60

Туров А.И. Усиление конструкций силосного корпуса

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

В соответствии с серией 3.702-1 вып. 2, нагрузки на колонны для силосного корпуса СКС-3 с шириной корпуса 18 м:

- для крайней колонны К1-1: $N=313$ тс, $M_x=7,3$ тс·м; $M_y=0$ тс·м;

- для средней колонны К1-2: $N=334$ тс, $M_x=3,8$ тс·м; $M_y=0$ тс·м.

Здесь N – вертикальная нагрузка на колонну, M_x и M_y – изгибающие моменты на колонну, соответственно по оси X и Y .

Фундаментная плита силосного корпуса

Фундаменты под здания элеватора выполнены в виде монолитных плит с железобетонными подоконниками размерами 1,5x1,5 м. Высота сечения фундаментных плит 500 мм. Общая высота фундаментов – 1050 мм. Под фундаментами устроена подготовка из уплотненного крупнозернистого песка с толщиной слоя 1,2 м. Класс бетона фундаментной плиты В20. Защитный слой бетона $a=3,5$ см, $a^l=3,0$ см.

В результате обследования фундаментной плиты установлено, что фактическое армирование фундаментной плиты не соответствует армированию фундаментной плиты, приведенному в типовом проекте ТП 702-2.

Фактическая нижняя арматура фундаментной плиты (согласно обследования фундаментной плиты) в нижней части фундаментной плиты расположена в один ряд. Сетки состоят из арматуры $\varnothing 12$ А-III, расположенных с шагом 100x150 мм (100 мм – в направлении короткой стороны плиты). Фактическая площадь нижней арматуры в плите составляет $A_s = 11,31$ см².

Фактическая верхняя арматура фундаментной плиты (согласно обследования фундаментной плиты) в верхней части фундаментной плиты расположена в два ряда. Первый сверху ряд: $\varnothing 6$ А-III, шаг 150x150 мм. Второй сверху ряд: $\varnothing 12$ А-III, шаг 100x150 мм (100 мм – в направлении короткой стороны плиты).

Фактическая площадь верхней арматуры в плите $A_s = 1,98+11,31 = 13,29$ см².

Вертикальная арматура подколонников (башмаков) – 8 $\varnothing 10$ А-I.

Вертикальное армирование фундаментной плиты – каркасы пространственные КП-1 (8 $\varnothing 10$ А-I). Каркасы КП-1 располагаются с шагом 1500 мм в обоих направлениях.

Дефекты конструкций

Состояние основных конструкций здания и характеристика дефектов и

повреждений, выявленных в ходе детального обследования:

Подсилосные этажи силосных корпусов

Фундаментные плиты, полы

При проведении визуального и инструментального обследования обнаружены следующие дефекты:

- просадка и трещины в бетонных полах;
- скопление сточной воды в шурфах;
- отслоение лещадок бетона в фундаментной плите из-за разморозки бетона;
- осадки силосных корпусов и рабочих зданий, превышающие нормативные.

Состояние фундаментных плит и полов – недопустимое.

Колонны, подсилосные воронки, плиты покрытия переходов

При проведении визуального и инструментального обследования обнаружены следующие дефекты:

- трещины вертикальные в капителях подсилосных колонн раскрытием более 0,5 мм с образованием околос углов капителей;
- сколы и отслоение защитного слоя бетона в капителях подсилосных колонн;
- щели в местах сопряжения колонн и подсилосных воронок;
- неоформленные отверстия и сколы с оголением арматуры в плитах покрытия переходов;
- следы протечек воды в подсилосных воронках;
- следы протечек воды в плитах покрытия переходов;

Состояние колонн оценивается как недопустимое, плит покрытия переходов оценивается как ограниченно работоспособное и подсилосных воронок оценивается как работоспособное [2].

Модель силосного корпуса

Для выполнения статического расчета силосного корпуса в программном комплексе «МОНОМАХ-САПР» была построена геометрическая модель сооружения, с заданием в ней фактически принятых проектом элементов, по геометрическим сечениям и размерам,

с заданными материалами. Прочность бетона конструкций принята по результатам обследования конструкций.

При проектировании здания была осуществлена стыковка здания с фундаментной плитой с моделью грунта. Модель грунта создана в программе «Грунт» и включает реальные характеристики грунта, мощности слоев и отметки скважин в соответствии с «Отчетом по геологическим изысканиям».

На все элементы приложены нормативные нагрузки, согласно СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». [3]. Коэффициент надежности здания по назначению принят $\gamma_n = 1$. Расчет здания выполнен совместно с грунтовым основанием.

После произведенного расчета всего силосного корпуса, выполнен МКЭ расчет, в ходе которого сформирована расчетная конечно-элементная схема, с учетом заданных параметров. По результатам расчеты были получены РСУ из основного сочетания нагрузок, по которым далее выполнены прочностные и жёсткостные проверки, подбор сечений и армирования железобетонных элементов.

Определение нагрузок на каркас силосного корпуса

Расчет каркаса выполнен по программе “МОНОМАХ-САПР”, поэтому вся совокупность действующих нагрузок на каркас разбита на отдельные виды загрузений, из которых, после расчета, программой сформированы расчетные сочетания усилий в заданных сечениях элементов. Значения всех нагрузок заданы нормативными, так как программой автоматически определяются расчетные нагрузки, в соответствии с коэффициентами надежности по нагрузке, которые приняты для постоянных -1,1; для временных -1,2 и 1,3, для ветровых и снеговых нагрузок -1.4.

Окончательно на фундаментную плиту прикладывалась постоянная нормативная нагрузка $g^H=2048/1,1=1862\text{кг/м}^2=1,862\text{ тс/м}^2$.

Снеговая нормативная нагрузка на покрытие $s^H=100\text{ кгс/м}^2=0,1\text{ тс/м}^2$.

Собственный вес конструкций (постоянная нагрузка) учитывается программой автоматически.

Постоянная нормативная нагрузка от кровли принята 150 кгс/м^2 .

Постоянная нормативная нагрузка от пола надсилосного этажа принята 100 кг/м^2 .

Туров А.И. Усиление конструкций силосного корпуса

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

Таблица 1- Нагрузки, действующие на фундаментную плиту от пола и засыпки

№ п/п	Наименование нагрузки и ее расчет	Нормативная нагрузка кгс/м ²	Коэффиц. надежности по нагрузке γ_f	Коэффиц. надёжности по ответственности γ_n	Расчетная нагрузка кгс/м ²
1	Асфальтобетон $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3 - 25 \text{ мм}$	45	1,3	1	59
2	Подготовка из бетона $\gamma = 2400 \text{ кг/м}^3 - 100 \text{ мм}$	240	1,3		312
3	Засыпка грунтом (песок, ПГС) $\gamma = 1700 \text{ кг/м}^3 - 650 \text{ мм}$	1105	1,3		1437
5	Итого постоянная	1390	-		1808
6	Временная	200	1,2		240
7	Всего	1590	-		2048

Временная нормативная нагрузка на перекрытие надсилосного этажа принята принята 200 кгс/м².

Вертикальная расчетная нагрузка от давления зерна на воронки силоса [4]:

$$q = \gamma \times H \times \gamma_f \times \gamma_c = (0,8 \text{ тс/м}^3) \times 30 \times 1,3 \times 0,9 = 28,08 \text{ тс/м}^2.$$

Вертикальная нормативная нагрузка от давления зерна на воронки силоса:

$q = 28,08 / 1,1 = 26, 18 \text{ тс/м}^2$ - эта нагрузка прикладывалась к воронкам, как постоянная нагрузка.

Расчетная модель силосного корпуса представлена на рис 2.

Выполнен МКЭ - расчет модели и полученные результаты экспортированы в программу «ПЛИТА», где выполнен подбор арматуры фундаментной плиты.

По серии 3.702.1-4.0-02 расчет фундаментной плиты рекомендуется проводить для двух загрузений:

1) Полное загрузение всех силосных банок зерном (при этом, действие ветра не учитывается).

$N=19200 \text{ тс}$ – для расчета фундаментной плиты; $M=0$.

Равномерно распределенная нагрузка по подошве фундаментной плиты определяется по формуле

$$q = N / (B \times L) \quad (1)$$

где N – суммарная нагрузка на фундаментную плиту силосного корпуса, тс;

B – ширина фундаментной плиты силосного корпуса, м;

L – длина фундаментной плиты силосного корпуса, м.

$$q = 19200 / (19,6 \times 31,6) = 31,0 \text{ тс/м}^2.$$

2) Частичное загрузеие 2/3 силосных банок зерном (сплошной полосой, начиная от края, при этом, учитывается действие ветровой нагрузки).

Усилия для расчета фундаментной плиты:

Суммарная вертикальная нагрузка $N=14500$ тс;

Суммарный изгибающий момент $M=31900$ тс·м.

При этом, по серии 3.702.1-4.0-02, давление на грунт (отпор грунта): $R_{\max} = 35,9$ тс/м² и $R_{\min} = 9,8$ тс/м².

В соответствии с типовой серией ТП 702-2 рекомендует рассчитывать фундаментную плиту, как перевернутое безбалочное перекрытие, опорами которого являются колонны подсилосного этажа.

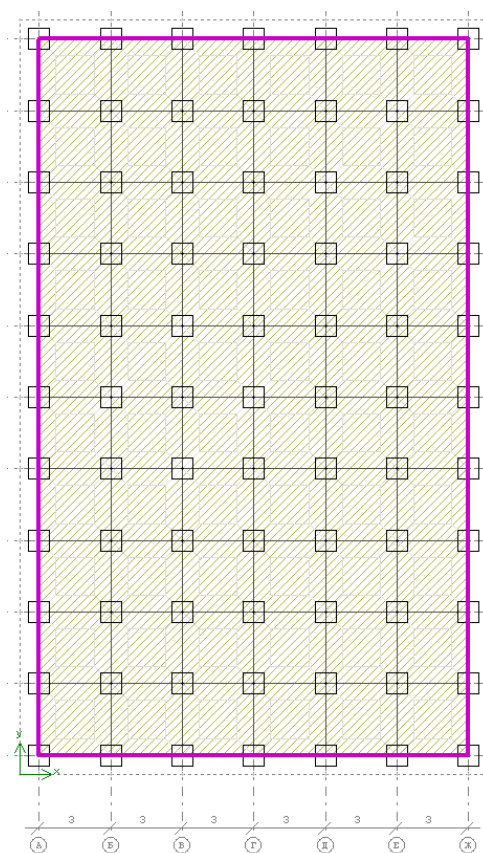


Рис. 2. Колонны и плиты днища (воронки) подсилосного этажа

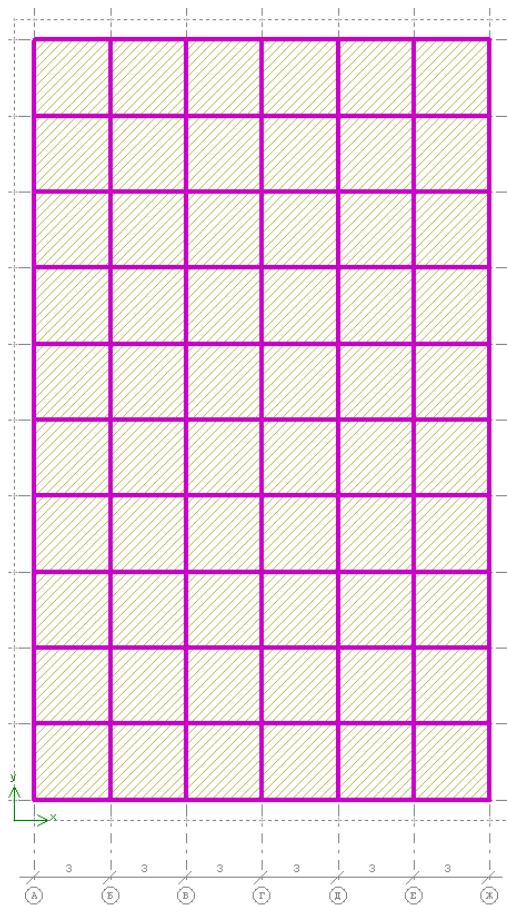


Рис. 3. Стены и плиты перекрытия надсилосного этажа

Результаты расчёта

Вариант загрузки № 1. Полное загрузление.

Верхнее армирование фундаментной плиты.

По расчету – верхняя арматура фундаментной плиты в направлении оси X: A_x – $\emptyset 12$ А-III, шаг 200 мм. $A_{sx} = 5,65 \text{ см}^2$.

По расчету – верхняя арматура фундаментной плиты в направлении оси Y: A_y – $\emptyset 12$ А-III, шаг 200 мм. $A_{sy} = 5,65 \text{ см}^2$.

Фактическая принятая верхняя арматура фундаментной плиты (по результатам обследования):

В верхней части фундаментной плиты арматура расположена в два ряда.

Первый сверху ряд: $\emptyset 6$ А-III, шаг 150x150 мм. Второй сверху ряд: $\emptyset 12$ А-III, шаг 100x150 мм (100 мм – в направлении короткой стороны плиты). Фактическая площадь верхней арматуры в плите $A_s = 1,98 + 11,31 = 13,29 \text{ см}^2$.

Как видно из сравнения, верхней арматуры в фундаментной плите достаточно.

Нижнее армирование фундаментной плиты.

По расчету по низу основного поля плиты.

A_x и A_y – Ø8...Ø10 А-III, шаг 200 мм. $A_{sx} = 5,65 \text{ см}^2$.

Под башмаками A_x и A_y – Ø12...Ø14 А-III, шаг 200 мм. $A_{sx} = A_{sy} = 7,69 \text{ см}^2$.

Как видно из сравнения, нижней арматуры в фундаментной плите достаточно.

Вертикальная арматура подколонников (башмаков) – 8 Ø10 А-I.

Вертикальное армирование фундаментной плиты –каркасы пространственные КП-1 (8 Ø10 А-I, каркасы КП-1 располагаются с шагом 1500м в обоих направлениях).

Выполнен расчет на продавливание башмаками фундаментной плиты [5]. Прочность плиты на продавливание обеспечена. Осадка фундаментной плиты составила 63 мм.

Среднее давление в грунте под плитой составило 30 - 40 тс/м² (0,30 - 0,40) МПа.

Вариант загрузки № 2 (частичное загрузеие на 2/3 силосных банок).

Расчет фундаментной плиты выполняется, как перевернутого безбалочного перекрытия.

Нижнее армирование фундаментной плиты.

По расчету по низу фундаментной плиты арматура. A_x и A_y – Ø8 – Ø10 А-III, шаг 200 мм.

Фактическая арматура по низу фундаментной плиты расположена арматура

A_x – Ø12 А-III, шаг 150 мм. $A_{sx}=7,92 \text{ см}^2$ и A_y – Ø12 А-III, шаг 100 мм. $A_{sy}=11,31 \text{ см}^2$.

То есть, по низу фундаментной плиты, арматуры достаточно.

Верхнее армирование фундаментной плиты.

По расчету – верхняя арматура фундаментной плиты в основном поле A_x и A_y – Ø8...10 А-III, шаг 200 мм. В осях А-Б, 1-2 и 10-11 - верхняя арматура фундаментной плиты A_x и A_y –

Ø12-14 А-III, шаг 200 мм. $A_s, \text{max}=7,69 \text{ см}^2$.

Фактическая площадь верхней арматуры в плите $A_s = 1,98+11,31 = \underline{13,29} \text{ см}^2$.

Как видно из сравнения, верхней арматуры в фундаментной плите достаточно.

Выводы

Фактически принятой арматуры в фундаментной плите в нижней и верхней частях плиты достаточно.



Рис. 4. Сколы бетона капители колонны подсилосного этажа лещадками - поверхностное разрушение защитного слоя бетона капителей колонн без оголения арматуры



Рис. 5. Трещины в капители колонны подсилосного этажа

Расчет колонн и капителей

В капителях колонн подсилосного этажа появляются трещины от неравномерной загрузки силосов (рис. 4, рис. 5). На каждую колонну опираются воронки и стены четырех силосов, а загружены силоса могут быть по-разному: все четыре силоса загружены; загружен один силос, а остальные три пустые; загружены два силоса, остальные два пустые,

могут быть загружены два силоса по диагонали или ближние; загружены три силоса, а один пустой; все четыре силоса пустые.

В большинстве случаев получается нагрузка не симметрична относительно центра колонны, поэтому в капители колонны появляются трещины и сколы бетона. Бывают и другие причины появления трещин.

Капители колонн подсилосного этажа

Возникновение дефектов и повреждений капителей колонн подсилосного этажа происходит, в основном, в периоды эксплуатации силосного корпуса, в результате первичных перераспределений усилий от загрузки сил. Характерными дефектами и повреждениями капителей колонн являются: трещины в капителях колонн;

Образование вертикальных трещин в капителях происходит из-за постоянного удлинения и укорочения горизонтальной арматуры сеток капителей при загрузке и разгрузке силосных банок зерном. Трещины постепенно увеличиваются и достигают больших значений (0,5 м-1 мм и более). В конечном итоге увеличение трещин приводит к сколам бетона по углам (краям капители).

Выполнен расчет прочности колонны подсилосного этажа на нагрузки, рекомендованные в серии 3.702-1 вып. 2 [5].

По проекту: продольное армирование колонны -4Ø 28 А-III.

По расчету: продольное армирование колонны -4Ø 28 А-III+4Ø 16 А-III.

Прочность колонны обеспечена.

Выполнен расчет капители на местное смятие и местное сжатие [5]. Прочность капителей обеспечена. В связи с наличием трещин в капителях колонн, их необходимо конструктивно усилить металлическими обоймами.

Усиление капители колонны подсилосного этажа

Характер и объем усиления любых конструкций зависит от изменения нагрузок на них и от имеющихся в них дефектов.

Усиление капителей подсилосных колони. Оно может быть разным, в зависимости от степени и характера деформаций, а также от дефектов при изготовлении колонн.

При трещинах раскрытием до 0,5...0,7 мм в верхней вертикальной части капители без существенных сколов ее углов стягивают верхнюю часть капители стальным

уголковым бандажом. Горизонтальный шов между капителью и опорными частями воронок зачищают и заполняют раствором с прочностью 200 кгс/см^2 . Если высота шва превышает 40 мм, его следует заполнять бетоном с прочностью 300 кгс/см^2 на мелком заполнителе. Бандаж должен плотно прилегать к граням капители и равномерно ее обжимать. Для этого перед установкой бандажа срубают неровности на капители, а после его установки щели заполняют раствором. Бандаж выполняют из уголка. Он состоит из четырех секций, которые стягивают болтами, после чего их заваривают. Шов между уголком усиления и воронкой заделывают раствором.

При трещинах 0,8 мм и более, распространенных по всей капители, а также при значительных сколах ее углов зачищают и заполняют надкапительный шов также, как описано выше.

Усиление самой капители состоит в установке на её поверхности пространственного бандажа (рис. 6), включающего две секции. Он стягивает капитель в верхнем сечении и ствол непосредственно под капителью. Весь бандаж должен плотно прилегать к капители, все зазоры, в том числе между бандажом и воронкой, заделывают раствором. После затяжки болты заваривают.

Усиление капителей рекомендуется также выполнять при смещении вертикальных стыков подсилосных воронок, а следовательно, и стен силосов с разбивочных осей колонн. Тип усиления выбирают в зависимости от наличия деформаций в капители.

Для защиты от пожара стальную обойму штукатурят по сетке или бетонируют.

Усиление стволов колонн. Оно зависит от величины смещения швов между воронками с осей колонн. При этом дополнительный момент считается только от нагрузки, передаваемой на колонну непосредственно воронкой.

Из-за большой жесткости силосной части и надкапительного стыка считается, что вертикальная нагрузка, передаваемая через стены силосов, идет на ствол колонны центрально, точнее со случайным конструктивным эксцентриситетом.

При значительных наклонах сборных подсилосных колонн, которые могут привести к выходу капителей из контакта с опираемыми на них конструкциями, необходимо восстановить вертикальность колонн. Это, как правило, делают с помощью монолитной железобетонной рубашки. Аналогично можно поступать и при отсутствии крена в случаях смещения воронок с колонн, описанных выше, и в других случаях. При этом толщину рубашки определяют расчетом и принимают ее одинаковой по всей высоте колонны.

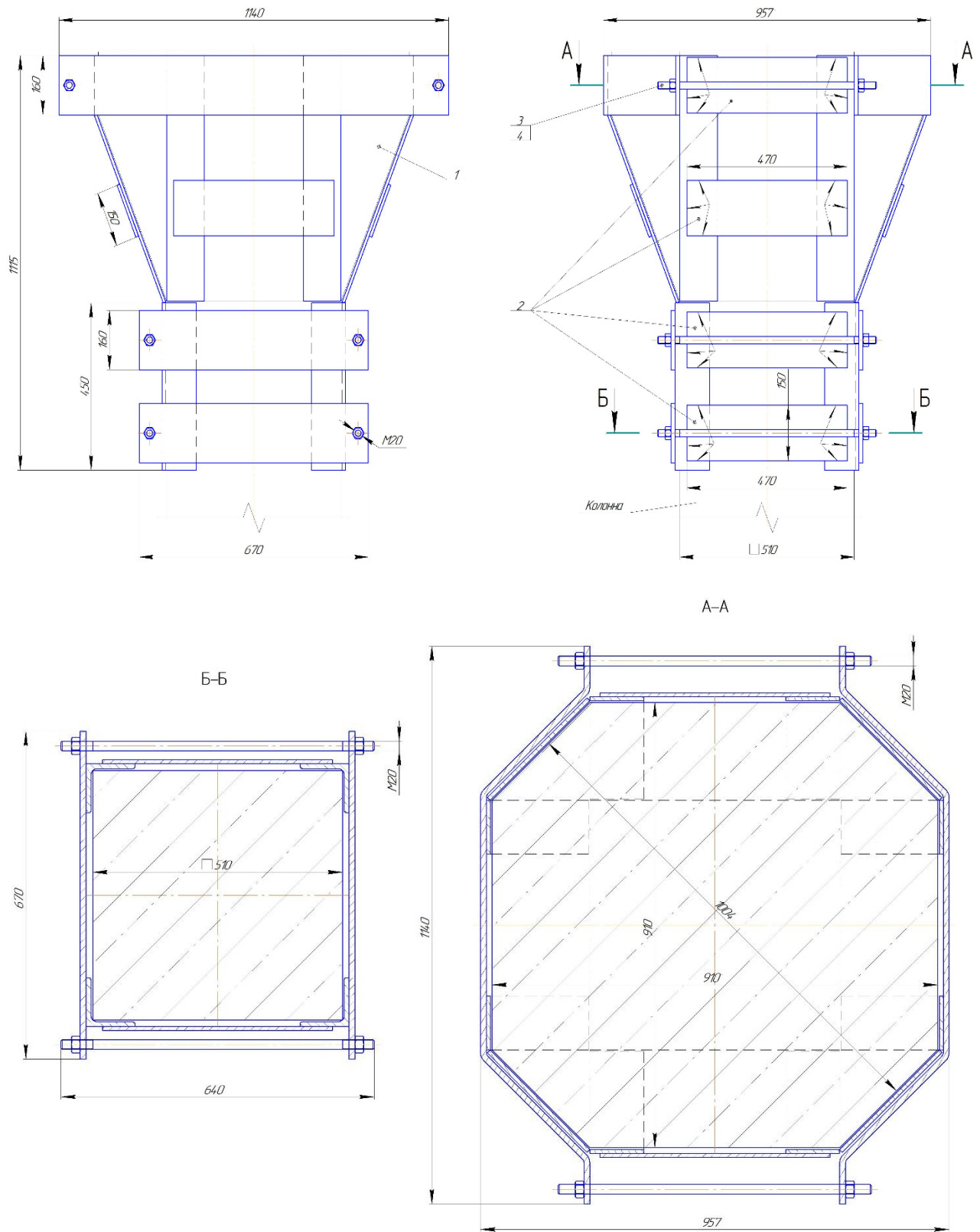


Рис. 6. Усиление капители подсилосной колонны силосного корпуса типа СКС-3 металлическим бандажом

Заключение

Выполнен расчет фундаментной плиты с подколонниками.

Осадка плиты составила 63 мм.

Толщина плиты (500 мм) из условия её продавливания подколонником достаточна. Давление на грунт, в среднем, составляет 0,3 - 0,4 МПа.

Фактическая Верхняя арматура фундаментной плиты (согласно обследования фундаментной плиты):

В верхней части фундаментной плиты арматура расположена в два ряда.

Первый сверху ряд: Ø6 А-III, шаг 150x150 мм.

Второй сверху ряд: Ø12 А-III, шаг 100x150 мм (100 мм – в направлении короткой стороны плиты).

Фактическая площадь верхней арматуры в плите $A_s = 1,98 + 11,31 = 13,29 \text{ см}^2$.

Фактическая Нижняя арматура фундаментной плиты (согласно обследования фундаментной плиты):

В нижней части фундаментной плиты арматура расположена в один ряд.

Сетка из арматуры Ø12 А-III, шаг 100x150 мм (100 мм – в направлении короткой стороны плиты). Фактическая площадь нижней арматуры в плите $A_s = 11,31 \text{ см}^2$.

Из сравнения расчетной и фактически принятой арматуры видно, что принятой арматуры в фундаментной плите достаточно. Бетон класса В20.

Выполнен расчет колонны подсилосного этажа.

Продольное армирование колонн - 4Ø 28 А-III+4Ø 16 А-III. Прочность колонн обеспечена.

Выполнен расчет капители на местное смятие и местное сжатие. Прочность капителей обеспечена. В связи с наличием трещин в капителях колонн, их необходимо конструктивно усилить металлическими обоймами. Трещины инъецировать полимерцементным раствором. Просветы между металлическими элементами и капителью заполнить полимербетоном.

Список использованных источников

1. Туров, А.И. Реконструкций здания элеватора / А.И. Туров // Научные исследования, как основа инновационного развития общества // Сборник статей по итогам международной научно-практической конференции. (Уфа, 23 июля 2020 г.) – Уфа : Издатель-

Туров А.И. Усиление конструкций силосного корпуса
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

ство: общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований" (Уфа), 2020. – С. 134-144. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43167069>

2. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности. Федер. нормы и правила в области промышленной безопасности: приказ Ростехнадзора № 538 от 14.11.2013 г. (с изменениями на 28 июля 2016 года). 2013. -12 с.

3. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия (актуализированная редакция СНиП 2.01.07- 85*). – М.: Минрегион РФ. – 2016. – 96 с.

4. СП 108.13330.2012. Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна (актуализированная редакция СНиП 2.10.05-85). – М.: Минрегион РФ. – 2012. – 60 с.

5. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции (актуализированная редакция СНиП 52-01-2003). – М.: Минрегион РФ. – 2018. – 156 с.

6. Туров А.И. Реконструкция здания элеватора / А.И. Туров // Наукоемкие исследования, как основа инновационного развития общества //Сборник статей по итогам международной научно-практической конференции. (г. Уфа, 23 июля 2020 г.) – Уфа : Издательство: общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований" (Уфа), 2020. – С. 134-144 <https://elibrary.ru/item.asp?id=43167069>

Цитирование:

Туров А.И. Опыт Усиление конструкций силосного корпуса// АгроЭкоИнфо. – 2020, №3. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_323.pdf