

УДК 624.012.45 (575.2)(04)

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СООРУЖЕНИЙ  
С ТЕМПЕРАТУРНЫМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ**

*Г.В. Косивцов, М.А. Легостаев, Ж.К. Тайлякова*

Рассматривается реконструкция электрофильтров с изменением конструктивной схемы и устройством новых скользящих опор для восприятия температурных перемещений с помощью балансира или фторопласта.

*Ключевые слова:* скользящая опора; температурные воздействия; балансир; фторопласт.

Реконструкция объектов с температурными воздействиями на несущие конструкции, как правило, связана с восстановлением скользящих опор и участков к ним примыкающих. Повреждения происходят из-за коррозии и засорения скользящих опор, что препятствует линейным температурным перемещениям и ведет к разрушению опорных участков. Кроме того, происходит выгорание и повышенный коррозионный износ конструкций, находящихся в прямом температурном воздействии. К таким объектам относятся и электрофильтры ДГПН–55-3 вращающихся печей Кантского цементного завода.

Конструктивная схема объекта решена в виде каркасного железобетонного постаментов с опиранием на него металлических конструкций бункерных электрофильтров и мансардной надстройки (шатер) для технического обслуживания.

Постаменты под электрофильтры спроектированы Новосибирским комплексным отделом Ростовского ПромНИИпроекта и решены в виде пространственного каркаса с жестким заземлением стоек. Параметры железобетонных конструкций в плане составляют 15,45×11,08 м с высотой до уровня оголовка 6 м и высотой самого оголовка – 300 мм. Проектная марка бетона несущих конструкций постаментов (колонны, ригели, фундаменты) – М200.

Корпус электрофильтра опирается на постамент через балансирующие скользящие опоры, выполненные по оголовкам всех двенадцати колонн. Для обеспечения скольжения в нижней плоскости балансира по опорной плите устраивается графитовая смазка. Корпус электрофильтра стальной, сварной. В соответствии с техническими условиями весь корпус электрофильтра

покрывается теплоизоляцией по специальному проекту. Монтаж шатра надстройки выполнен на конструкции электрофильтров.

Стальной корпус электрофильтра состоит из рабочего бункера размерами 5540×5200×7150 мм и воронки высотой 3330 мм с сечением при выгрузке 500×500 мм. Нагрузка с электрофильтров на железобетонный каркас передается через двутавровые металлические балки. Главные балки расположены в продольном направлении и выполнены в виде сварного двутавра размерами 500×200 мм из листовой стали толщиной 10 мм. Второстепенные балки в поперечном направлении имеют тавровое сечение с включением элементов воронки в работу балки из листовой стали толщиной 10 мм, конструкция воронки толщиной 5 мм выполнена из стали Ст. 3. Конструкции воронки с системой вертикальных и горизонтальных ребер жесткости являются пространственными несущими элементами значительно большей жесткости, чем опорные балки.

Коронирующие и ослабительные электроды опираются на нижнюю полку корытообразной крышки бункера. Крайние крышки размером 890×510 мм и центральные – 1480×510 мм выполнены из листовой стали  $\delta=10$  мм, полки  $\delta=5$  мм. Снятие пыли производится путем непрерывного встряхивания электродов.

Шатер размером 11,08×15,45×4,24 м выполнен в самостоятельных металлических конструкциях с передачей нагрузки на корпус электрофильтра. Конструкции шатра состоят из двутавровых стоек, выполненных из двух спаренных швеллеров № 20. Фермы пролетом 11,08 м выполнены из горячекатанного уголка различного профиля. Конструктивная схема электрофильтра приведена на рисунке 1.

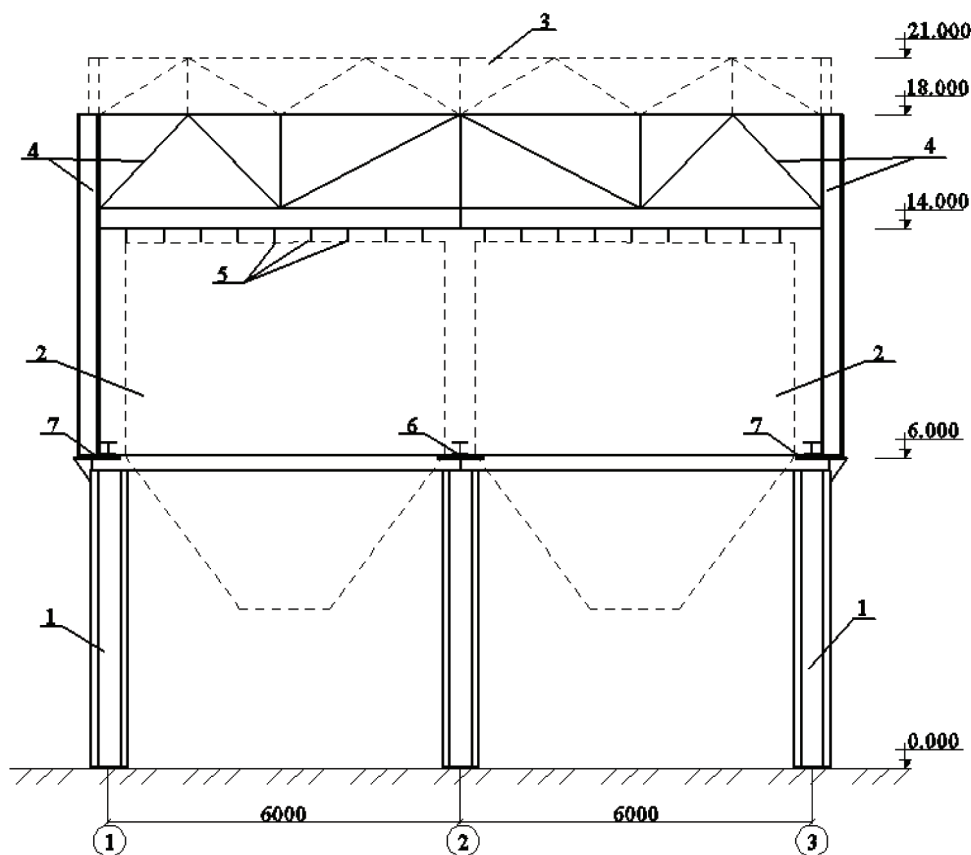


Рисунок 1 – Схема электрофильтра вращающейся печи КЦЗ:

- 1 – монолитный железобетонный каркас; 2 – бункерные электрофильтры;  
 3 – надстройка для технического обслуживания; 4 – новая несущая рама;  
 5 – подвески; 6 – скользящая опора по балансиру; 7 – скользящая опора на фторопласте

Опираение металлических конструкций бункера на постамент выполняется через балансир, установленный на закладные детали оголовка колонн размером 380×380×20 мм. На закладные детали наносится графитовая смазка, по которой скользит балансир – металлическая пластина размером 200×200×50 мм со скошенными фасками и опорной зоной 50×50 мм. На балансиры опираются главные балки бункерных электрофильтров. Фактически отдельные балансиры отсутствуют или выполнены из пластины толщиной 20 мм. Там, где балансир отсутствует, главные балки опираются непосредственно на закладную деталь колонны.

В колоннах, где не выполнены скользящие опоры, идет разрушение железобетонного оголовка колонн. Разрушение происходит из-за температурных деформаций металлических балок электрофильтров, получающих нагрев до 400 °С,

а в отдельных случаях при возгорании имеет место воздействие повышенных температурных деформаций, не предусмотренных проектом. В результате циклического изменения температурных деформаций металлических опорных балок и отсутствия балансиров и графитовой смазки наблюдалось полное разрушение оголовков четырех колонн и частичное повреждение восьми оголовков остальных колонн.

Для дальнейшей эксплуатации электрофильтров было проведено восстановление оголовков колонн с установкой новых балансиров, обеспечивающих восприятие температурных перемещений от опорных металлических балок бункеров. Вследствие повреждения конструкций колонн в зоне оголовка выполнено их полное усиление с устройством металлического бандажа и дополнительным бетонированием.

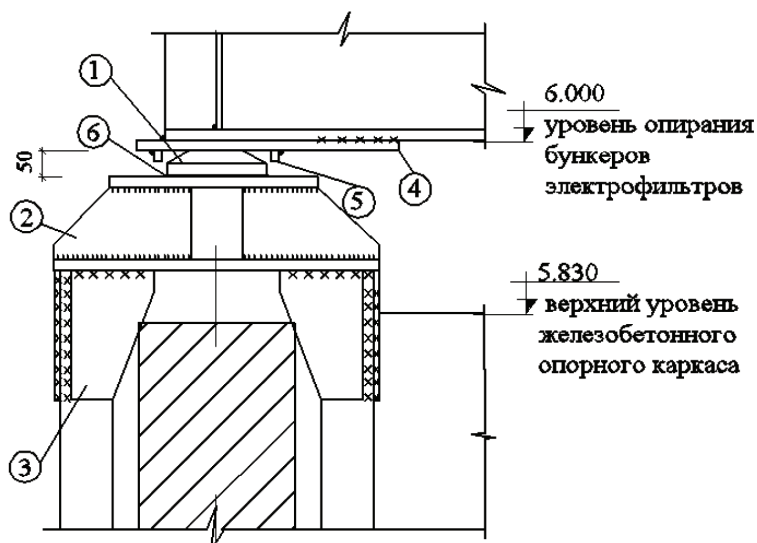


Рисунок 2 – Скользящая опора на базе балансира:  
 1 – балансир (200×200×50 мм, сталь 10ХСНД); 2 – опорный столик;  
 3 – элементы усиления железобетонного каркаса; 4 – распределительный опорный лист;  
 5 – ограничители перемещений; 6 – графитовая смазка

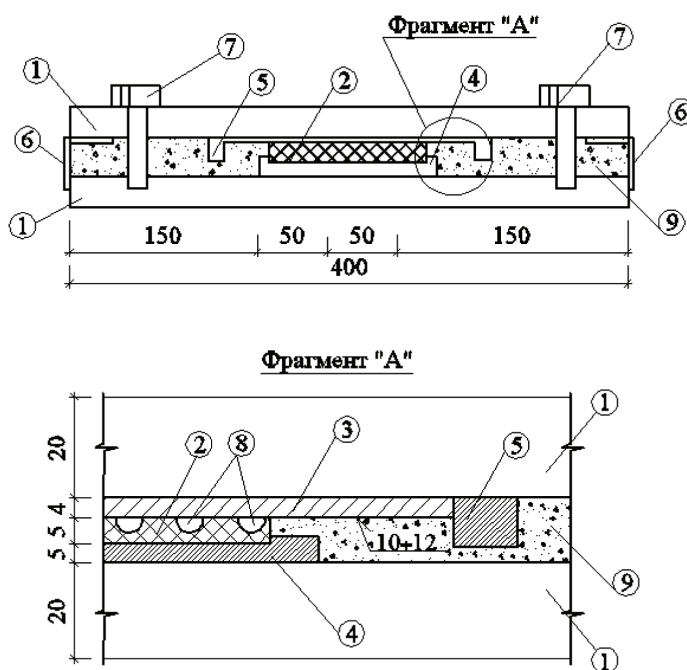


Рисунок 3 – Скользящая опора с фторопластом:  
 1 – верхний и нижний опорные листы 400×670×20 мм; 2 – фторопласт-4 ( $\delta=5$  мм);  
 3 – лист скольжения (10ХСНД,  $\delta=4$  мм, чистота обработки 10÷12); 4 – фиксирующая пластина ( $\delta=8$  мм);  
 5 – ограничители перемещений; 6 – пылезащита (гн. уголок 30×3) по контуру; 7 – монтажный болт М14  
 (после монтажа заменяется на тавотницу для заправки силиконовой смазки);  
 8 – смазочные гнезда ( $\text{Ø}8$  мм, глубина 2 мм, шаг 15 мм); 9 – силиконовая смазка

В связи с повышенным физическим износом несущих элементов бункеров электрофильтра, на которые опираются электроды, и невозможностью их усиления из-за установленного технологического оборудования, была проведена реконструкция электрофильтра с изменением его расчетной схемы. Учитывая, что конструкции главных балок и оголовки по центральной оси электрофильтров не имеют доступа для их усиления, изменение конструктивной схемы выполнено в виде однопролетной рамы с передачей нагрузки на крайние колонны. Новая рама выполнена с ригелем в виде ферм с использованием существующих конструкций. Для повышения эксплуатационной надежности несущие конструкции бункера крепятся на подвесках к ригелю новой рамы. Учитывая, что общая масса шести бункеров составляет 730 тонн, крепление подвесок выполнено с шагом 400 мм. Несущие однопролетные верхние балки бункера, имеющие физический износ до 30 %, с учетом подвесок стали работать, как многопролетная балка. В зависимости от изменения рабочей температуры в бункере, натяжение подвесок корректируется контргайками.

Для восстановления скользящих опор по центральной оси оголовков колонны демонтировался на высоту 300 мм и вместо него устанавливался опорный столик с балансиром. Опорный столик после поддомкрачивания приваривался к элементам усиления железобетонных колонн. Перед установкой балансира плоскость скольжения его по верхней плите опорного столика смазывалась графитовой смазкой. Балансир выполнен из высокопрочной стали марки 10ХСНД с полированной нижней поверхностью. Для ограничения перемещения балансира на балке выполнены четыре упорных элемента. Общий вид скользящей опоры с балансиром приведен на рисунке 2.

Особый интерес представляет устройство скользящих опор под стойки новой рамы, на

грузка на которые достигает 142 тонн. Согласно проведенным расчетам, температурные перемещения по крайним стойкам доходят до 32 мм. С учетом действующих усилий и перемещений конструктивное решение скользящей опоры было выполнено в виде обоймы из двух листов размерами 400×670×20 мм, между которыми был установлен элемент скольжения из фторопласта толщиной 5 мм. Марка и технические требования фторопласта-4 принимались по ГОСТ 10007–80. Для фиксированного положения фторопласта он был установлен в опорную пластину, которая крепилась к нижнему элементу обоймы. Для улучшения скольжения по верхнему элементу обоймы установлен отполированный лист из стали марки 10ХСНД толщиной 4 мм, а во фторопластовом элементе выполнены смазочные гнезда. Гнезда были выполнены сверлением лунок диаметром 8 мм на глубину 2 мм с шагом 15 мм в шахматном порядке. Скользящая опора собиралась на четырех временных болтах, которые после установки опоры в рабочее положение были убраны. Вместо болтов были установлены тавотницы, и в полость обоймы была закачана консистентная силиконовая смазка. Конструктивное решение скользящей опоры с фторопластом приведено на рисунке 3.

В настоящий момент выполнена реконструкция двух электрофильтров для вращающихся печей № 3 и 4. Готовятся к реконструкции еще четыре электрофильтра.

#### **Перечень использованных источников**

1. Эггерт Х., Гроде Ю., Каушке В. Опорные части в строительстве. М.: Транспорт, 1978. 367 с.
2. Косицков Г.В., Грон А.Г., Бардаков Д.Ф. Анализ причин повреждений кирпичных дымовых труб ТЭЦ // Сб. научн. тр. КыргызНИИПС. Бишкек: Илим, 1998–1999.
3. ГОСТ 10007–80. Фторопласт-4. Технические условия. М.: Госстандарт СССР, 1980. 22 с.