

1.КРАТКИЕ ОБСТОЯТЕЛЬСТВА АВАРИИ

В ночь с субботы 01.08.2020 на воскресенье 02.08.2020 г. на участке контейнерной площадки металлургического предприятия, расположенного в г. Набережные Челны выполнялись работы по разгрузке металлопроката из железнодорожных полувагонов. В работе были задействованы два мостовых крана: кран г/п 50 т, и кран г/п 32/5 т. Третий кран г/п 20 т. в нерабочем состоянии находился в конце кранового пути.

Разгрузка полувагонов выполнялась краном г/п 50 т, для чего потребовалось оба работоспособных крана переместить в конец кранового пути и сблизить на минимально возможное расстояние все три крана (до соприкосновения буферов на концевых балках кранов). В момент, когда все краны сблизались, произошло разрушение (излом) верхнего пояса поперечной вертикальной фермы, на которую опирался концевой участок подкрановой балки. Подкрановая балка длиной 36 метров по крайнему ряду колонн вместе с ферменной конструкцией падает на землю, увлекая за собой мостовые краны. Кран г/п 20 т., при обрушении подкрановой балки, срывается с рельсовой нити среднего ряда колонн и падает на стоящий под разгрузкой полувагон. Краны г/п 32/5 т и г/п 50 т также падают на стоящие под разгрузкой полувагоны, при этом одна сторона мостов кранов остается на подкрановой балке среднего ряда колонн.

Есть пострадавшие.

2. ЦЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

- оценка технического состояния крановой эстакады после аварии;
- установление (выявление) вероятных причин, которые привели к частичному аварийному разрушению крановой эстакады и падению мостовых кранов;
- оценка действий персонала и специалистов, связанных с эксплуатацией крановой эстакады и упавших мостовых кранов.

3.КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И НАЗНАЧЕНИЕ ОБЪЕКТА

Крановая эстакада расположена на участке контейнерной площадки.

На одном из двух рельсовых путей крановой эстакады в осях Б-В установлены три мостовых крана:

- кран мостовой электрический грузоподъемностью 20 т, зав. № 4853 (далее по тексту – кран г/п 20 т.);

- кран мостовой электрический грузоподъемностью 32/5 т, зав. № 65749 (далее по тексту – кран г/п 32/5 т.);

- кран мостовой электрический грузоподъемностью 50 т, зав. № 3294 (далее по тексту – кран г/п 50 т.).

Рельсовый путь в осях А-Б при проведении данной экспертизы во внимание не принимается.

Крановая эстакада имеет длину 86 метров и пролет по рельсовым нитям 28,5 метров. Высота верха подкрановой балки рельсового пути составляет 10,6 метра.

Рассматриваемый при проведении экспертизы пролет крановой эстакады представлен в виде крайнего и среднего рядов колонн. Подкрановая балка крайнего ряда колонн длиной 36 метров в сборе с фермами (далее – подкрановая балка, если не оговорено особо) на конце крановой эстакады опирается на поперечную вертикальную плоскую ферму (далее – поперечная ферма), при этом последняя концами опирается на две разнесенные на расстояние 10 метров колонны.

Шинопровод (токоподвод к кранам) выполнен по среднему ряду колонн.

Крановая эстакада, в качестве сооружения, предназначена для осуществления технологических процессов перемещения грузов мостовыми опорными электрическими кранами на опасном производственном объекте.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

4.1. До проведения экспертного обследования крановой эстакады (03.08.2020 г.) никакие работы на участке контейнерной площадки не проводились, обстановка и состояние места аварии сохранены.

Ситуационный план места аварии приведен на Рис. 1 и фото № № 1, 2, 3

4.2. При проведении экспертного обследования крановой эстакады проведен анализ представленной Заказчиком документации на объект, осмотр конструкций крановой эстакады, обмерные работы, выборочный ультразвуковой контроль толщин металлопроката элементов несущих металлических конструкций крановой эстакады.

4.3. Заказчиком предоставлена следующая техническая документация:

- проект на устройство крановой эстакады (шифр 730/1-КМД-2015, 730/3-КМД-2015).

4.4. При осмотре аварийного участка конструкций крановой эстакады установлено:

4.4.1 Подкрановая балка длиной 36 метров по крайнему ряду колонн совместно с фермами сорвана с мест крепления к колонне и примыкающей к ней подкрановой балке, а также к поперечной ферме и находится на земле, одним концом зацепившись за конструкции колонны. Подкрановая балка вместе с фермами деформирована в горизонтальной плоскости (см. Рис. 1 и фото №№ 1, 2, 3).

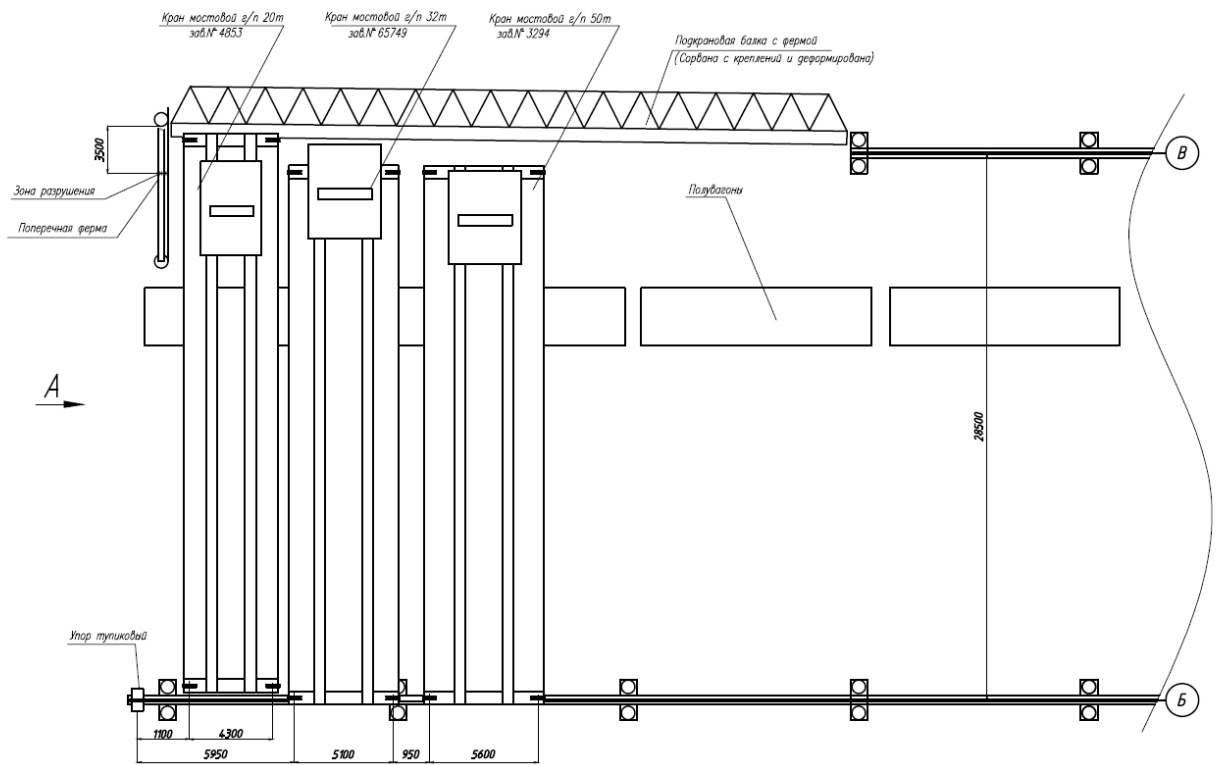


Рис. 1

А О

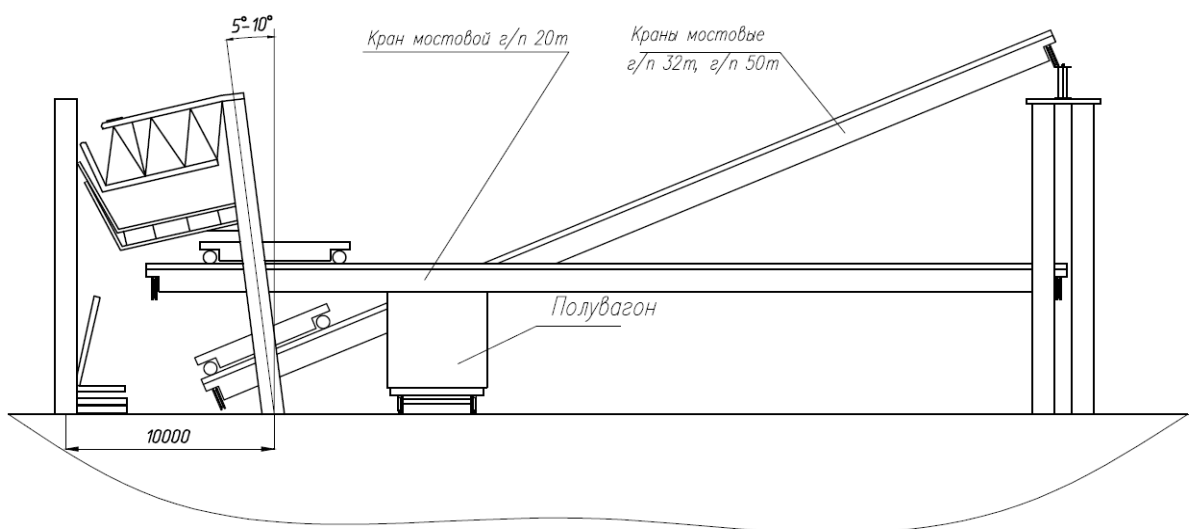




Фото №1



Фото №2



Фото № 3

4.4.2. Поперечная ферма, на которую опиралась подкрановая балка деформирована, один конец фермы сорван с места крепления на колонне, верхний пояс имеет разрушение в виде поперечного излома (см. фото № 4, 5, 6, 7).



Фото № 4



Фото № 5



Фото № 6



Фото № 7

Участок верхнего пояса поперечной фермы длиной 3,5 метра вместе с узлами крепления к подкрановой балке и колонне находится на земле (см. фото № 8).



Фото № 8

4.4.3. Концевая подкрановая балка по среднему ряду колонн видимых повреждений не имеет.

4.4.4. Кран г/п 20 т упал с кранового пути на находящийся внизу железнодорожный грузовой полувагон. Краны г/п 32/5 т и г/п 50 т концевыми балками, со стороны обрушившейся подкрановой балки, лежат на земле, противоположные концевые балки кранов находятся на подкрановой балке среднего ряда колонн.

Грузовые тележки кранов г/п 20 т и г/п 50 т находятся на подтележечных рельсах в крайнем (со стороны кабин машинистов) положении. Грузовая тележка крана г/п 32/5 т находится в крайнем (со стороны кабин машиниста) положении и сошла с подтележечных рельсов (см. Рис.1 и фото №№ 1, 2, 3).

4.5. Проведены измерения сечений основных несущих элементов металлоконструкций крановой эстакады на аварийном участке с применением ультразвукового контроля толщин элементов (Заключение № 1/820 от 03.08.2020):

Ферма поперечная (марка А19 проекта 730/3-КМД-2015)

- верхний пояс (№ 3176) - труба квадратная – 300 x 300 x 10

- нижний пояс (№ 3177) - труба квадратная – 300 x 300 x 6

- раскосы (№№ 3147-3149) - труба квадратная – 160 x 160 x 6
- опорная плита (проектная) (№ 3062) – лист 1200 x 750 x 20
- опорная плита (рабочая) (№ 3186) – лист 1260 x 750 x 20

Колонна (марка А14 проекта 730/3-КМД-2015) .

- стойка – труба 530 x 10

5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРТНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ.

5.1. При рассмотрении предоставленных Заказчиком экспертизы документов установлено:

5.1.1. Фактическое исполнение обследованных металлических конструкций крановой эстакады в части геометрических размеров основных сечений соответствует проектной документации.

5.1.2. В проекте крановой эстакады отсутствует информация о величине нагрузок, на которые рассчитан устроенный на ней рельсовый путь (количество устанавливаемых кранов, их грузоподъемность, группа классификации режима работы), а также о возможных ограничениях по одновременной работе кранов и минимальном расстоянии их сближения.

5.1.3. В ходе выполнения строительно-монтажных работ при устройстве крановой эстакады была допущена ошибка в установке крайних колонн под поперечную ферму, что вызвало необходимость переноса места крепления опорной плиты на поперечной ферме для крепления пролетной балки и продольных ферм. С этой целью была изготовлена и установлена вплотную к проектной опорной плите рабочая опорная плита, при этом, для обеспечения прямолинейности оси рельсовой нити, торец проектной плиты был подрезан газовым резаком. В чертеж (марка А19 проекта 730/3-КМД-2015) по факту были внесены соответствующие изменения.

5.1.4. Требованиями пункта 4.2 СП 43.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий» установлено, что при проектировании следует принимать конструктивные схемы, обеспечивающие необходимую прочность, деформативность и пространственную неизменяемость

сооружения в целом, а также его отдельных элементов на всех стадиях возведения (изготовления, монтажа) и эксплуатации.

Приведенное выше требование СП 43.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий» в части соответствия условиям жесткости и пространственной неизменяемости конструкций крановой эстакады не было выполнено: крепление подкрановой балки с продольными фермами к поперечной ферме осуществлено в одной точке (узел опирания – плита опорная $L=1260$ мм), что позволяло подкрановой балке вместе с продольными фермами отклоняться в поперечном направлении при действии горизонтальных нагрузок, возникающих при передвижении и торможении грузовых тележек мостовых кранов. В связи с этим в проекте должно было быть предусмотрено обязательное дополнительное крепление подкрановой балки со стороны свободного торца, а именно должна быть обеспечена жесткая связь верхнего пояса подкрановой балки с дополнительной колонной, соединенной с существующей, либо иной конструкцией, удовлетворяющей условиям п. 4.2 СП 43.1.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий».

Перенос места крепления опорной плиты на верхнем поясе поперечной фермы привел к дополнительному ослаблению узла опирания пролетной балки, заключающемуся в следующем:

а) локальные знакопеременные вертикальные нагрузки в зоне расположения рабочей опорной плиты, вызванные отклонением подкрановой балки от вертикали, воспринимались верхней стенкой и, частично, вертикальными стенками пояса, при этом один из торцов рабочей плиты опирался на участок пояса, неподкрепленный стержнями фермы, что создавало возможность его упругой деформации в вертикальной плоскости;

б) отсутствие сварного стыкового соединения между двумя опорными плитами (рабочей и проектной) привело к резкому перепаду жесткости пояса в зоне приложения знакопеременных нагрузок, предопределившему излом пояса в этом сечении.

В итоге, перечисленные в настоящем пункте факторы привели к предрасположенности узла опирания подкрановой балки на поперечную ферму к усталостному разрушению.

5.2. Осмотр зоны разрушения верхнего пояса поперечной фермы в месте сопряжения торцов рабочей и проектной плит позволяет сделать вывод о наличии поперечной трещины усталостного характера в верхней и в одной из вертикальных стенок пояса, см. фото № 6 и 7 (коррозия поверхности трещины и следы потертости металла в подрезанном торце проектной опорной плиты, см. фото № 6). Кристаллический излом в противоположной вертикальной и нижней стенках пояса (см. фото № 7), свидетельствует о немедленном разрыве пояса в этом сечении, следствием которого явилось последующее разрушение поперечной фермы и обрушение находящейся на ней подкрановой балки.

5.3. Оценка действий персонала и специалистов эксплуатирующей организации: не обеспечен должный контроль за техническим состоянием крановой эстакады, как сооружения предназначенного для осуществления технологических процессов перемещения грузов на опасном производственном объекте.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа результатов экспертного обследования крановой эстакады для мостовых опорных электрических кранов контейнерной площадки, получившей аварийные разрушения, сделано следующее заключение:

6.1. Причина аварии – появление и развитие в процессе эксплуатации крановой эстакады трещины в несущем элементе строительной конструкции, образовавшейся в результате конструктивных недоработок, являющихся невыполнением требований СП 43.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий».

6.2. Обрушившиеся строительные конструкции на аварийном участке крановой эстакады ремонту не подлежат.

6.3. Восстановление строительных конструкций крановой эстакады и устройство рельсового пути следует выполнить по проекту, разработанному специализированной организацией.

6.4. В целях подтверждения необходимой несущей способности строительных конструкций крановой эстакады и рельсового пути, с учетом определенного количества устанавливаемых мостовых кранов, следует выполнить соответствующий поверочный расчет, с учетом параметров и возможных ограничений, приведенных в п.5.1.2.