

Исследование причин обрушения покрытия завода ЖБИ

С.К. АБИЛЬДИН, к.т.н., доцент кафедры ТиОСП,
 Карагандинский государственный технический университет,
Н.А. МОСКАЛЕНКО, магистрант гр. Мех-16,
 Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова

Ключевые слова: экспертное обследование, авария, обрушение, строительные конструкции.

В марте 2010 г. произошло обрушение покрытия в крайней части (оси «1-2») пролета «Г-Д» формовочного цеха главного корпуса ЖБИ. Площадь обрушения на участке между четырьмя несущими колоннами составила 108 м² (6х18 м) (рисунок 1).

Действующее здание было введено в эксплуатацию в 1976 г. Здание по высоте представлено следующими основными отметками: +0.000 – отметка уровня пола; +10.860 – отметка низа плит КЖС. Конструктивная схема здания – железобетонный каркас со стальными подстропильными фермами. Шаг колонн 6 м, плиты КЖС шириной 3 м опираются на стальную подстропильную ферму пролетом 6 м. Колонны железобетонные. Стены из самонесущих панелей.



Рисунок 1 – Общий вид обрушения

Осмотр показал, что обрушились 2 плиты покрытия КЖС и разрушена стальная подстропильная ферма. Характер повреждений показал, что механизм обрушения был следующий: сначала разрушение стальной подстропильной фермы, затем деформация опирающихся на нее плит КЖС и последующее их падение с отрывом от находящейся на противоположной стороне подстропильной фермы. Эта ферма сильно не пострадала, однако значительные повреждения получила крайняя колонна, на которую опиралась разрушившаяся ферма.

Визуальным осмотром установлено, что упавшие плиты КЖС в хорошем состоянии и имеют повреждения, вызванные только падением и потому все внимание было сосредоточено на разрушенной подстропильной ферме.

Также на кровле имелись ледяные отложения, а утеплитель – шлак – был насыщен влагой.

С учетом этого были проведены мероприятия:

- разрушенную ферму разложили по фрагментам на территории для обмерных работ, анализа характера дефектов и повреждений, отбора стали и исследований образцов сварных соединений в лаборатории;
- отобраны образцы кровли и выполнены замеры фактической толщины отложений снега и льда для определения фактической нагрузки на кровлю;
- поверочные расчеты и выводы;
- осмотр остальных подстропильных ферм и рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Обмеры показали следующее: стальные подстропильные фермы выполнены с нисходящим растянутым раскосом. Сечение верхнего пояса – из швеллера № 30, усиленного листом толщиной 6 мм и шириной 400 мм, сечение нижнего пояса – из швеллера № 30, усиленного листом толщиной 10 мм и шириной 300 мм, сечение нисходящего раскоса швеллер № 30 с усилением листом толщиной 10 мм и шириной 300 мм. Толщина фасонок 10 мм.

Анализ дефектов и повреждений показал, что разрушение фермы началось с разрыва нижнего пояса в месте стыковки листов усиления, в которых также выявлены нарушения технологии проведения сварочных работ: непровары, недостаточная глубина проплавления по периметру, неравномерность катетов сварного шва (недопустимые занижения и завышения), недопустимые зазоры при сборке, наличие удаленных наплывов и подрезов.



Рисунок 2 – Вид разрушенного нижнего пояса подстропильной фермы

Кроме того, анализ исполнительной документации выявил следующий важный момент – при сборке листов усиления произошла усадка сварных швов и выгиб швеллера. Для ликвидации выгиба швеллер был провальцован, однако обратный выгиб привел к тому, что в местах стыковок листов усиления произошло утончение металла и созданы условия для возникновения усталостных трещин (рисунок 3).

Анализ фактических нагрузок показал, что наблюдается превышение снеговой временной нагрузки в 175 кг/м^2 при расчетной снеговой в 140 кг/м^2 . Суммарная нагрузка от кровли и плит составила 869 кг/м^2 .

Поверочные расчеты показали, что в наиболее нагруженном элементе растянутого нижнего пояса при выявленных дефектах и при фактической нагрузке прочность **не обеспечивается**.

$$O = 3119 \text{ кг/см}^2 > R_y = 2450 \text{ кг/см}^2.$$

Таким образом, причиной обрушения можно считать следующее:

- потеря несущей способности (разрыва) нижнего пояса конструкции;
- разрыв был по ослабленному сечению нижнего пояса;
- ослабленные сечения нижнего пояса из-за нарушения технологии изготовления, что способствовало появлению усталостных трещин в стыках листов усиления;

– перегрузка кровли от воздействия оттаявшего снега и коррозия элементов фермы от протечек.



Рисунок 3 – Усталостная трещина в стыке нижнего пояса подстропильной фермы

Усталостные трещины были выявлены и в некоторых других подстропильных фермах. Для предотвращения их разрушения было принято решение произвести их усиление наращиванием сечения и локальным усилением прослабленных сечений. Эффективное усиление позволило восстановить конструкции без остановки производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН РК 1.04-04-2002. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. Алматы: KAZGOR, 2003.
2. Положение о порядке расследования причин аварий (обрушений) зданий, сооружений, их частей и конструктивных элементов. Утв. Постановлением Госстроя СССР от 5.06.86 г. № 76.
3. СНиП РК 5.04.23-2002. Стальные конструкции. Алматы: KAZGOR, 2003.
4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
5. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / НИИСК. М.: Стройиздат, 1987.
6. ГОСТ 14782-86. Неразрушающий контроль. Соединения сварные. Методы ультразвукового контроля.

УДК 624.131.524.2

Определение несущей способности основания из армированного песка численным методом

*Т.К. МУЗДЫБАЕВА, докторант PhD, ст. преподаватель кафедры «Строительство»,
А.С. ТУЛЕБЕКОВА, докторант PhD кафедры «Строительство»,
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева*

Ключевые слова: несущая способность, армированный грунт, численный метод, анализ экспериментов, моделирование грунта.

Под прочностью грунта понимается его предельное состояние, когда происходит неограниченное развитие сдвиговых пластических деформаций по всему объему грунта. При этом имеет место пластическое разрушение. Характер разрушения зависит от исходной плотности-влажности грунтов, от структурных связей между частицами грунта. Для песчаных грунтов характерно пластическое разрушение. В песчаных грунтах механические свойства обусловлены

гранулометрическим и минералогическим составом, а также плотностью и степенью водонасыщения.

Минералогический состав песчаных грунтов во многом определяет угол внутреннего трения между частицами песка вне зависимости от плотности его сложения.

В беспорядочно естественном сложении песка невозможно провести плоскость, которая проходила бы только через точки их контакта. Поэтому наряду с