

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИЙ КОНСТРУКЦИЙ

В данной статье рассмотрен ряд причин, оказывающих влияние на деформацию конструкций на примере подкрановых путей Краматорского металлургического завода им. В. В. Куйбышева и Алчевского металлургического комбината. Неправильный выбор места строительства, недостаточный объем инженерных изысканий, механические и геомеханические факторы, подтопление фундамента подземными водами — все эти факторы являются причинами деформаций, а в некоторых случаях и разрушений конструкций мостовых кранов и дымовых труб.

Ключевые слова: *геодезические наблюдения, деформация, подкрановые пути.*

Ни одно строительство крупных сооружений не обходится без деформационных измерений, а для сооружения, где от величины происходящих деформаций зависит их устойчивость и особенно нормальный режим работы или технологического процесса, наблюдения, начатые в период строительства, могут продолжаться и весь период эксплуатации. При этом объем и сложность наблюдений, а также требования к точности их результатов зависят, прежде всего, от вида сооружений и условий их эксплуатации.

Вследствие конструктивных особенностей, природных условий и результатов деятельности человека, сооружения в целом и их отдельные элементы испытывают различного рода деформации.

Под постоянным давлением массы сооружения грунты в основании фундамента постепенно уплотняются (сжимаются) и происходит смещение в вертикальной плоскости или осадка сооружения. Кроме давления собственной массы осадка сооружения может быть вызвана и другими причинами геологического, гидрогеологического характера, динамическим воздействием (работа тяжелых прессов, молотов, вибрация движущихся агрегатов, движение тяжелого транспорта и т. п.), сейсмическими явлениями и др.

В том случае, когда грунты под фундаментом сооружения сжимаются неодинаково или нагрузка на грунт различная, осадка имеет неравномерный характер. Это приводит к другим видам деформации сооружения: горизонтальным смещениям, кренам, перекосам, прогибам, кручениям, которые внешне могут проявляться в виде трещин и даже разломов.

Большой объем длительных наблюдений позволил сделать оценку точности определения геометрических параметров подкрановых путей, выделить влияние на погрешность отдельных факторов. Анализ многолетних равноточных геодезических наблюдений и исследований позволил не только усовершенствовать методику наблюдений и обработки результатов, но и выявить причины отклонений геометрических параметров от их проектного положения при эксплуатации мостовых кранов, основными из которых являются следующие:

1. Отклонение от проектных значений геометрических параметров при установке колонн, подкрановых балок и рельсов на стадии строительства и реконструкции цехов промышленных предприятий. Примером может служить пролет нового цеха ЦРМО, северная эстакада копрового отделения мартеновского цеха, отделочный пролет, шламоотстойник и ЭКН сортопрокатного цеха КМЗ, где после сдачи конструкций в эксплуатацию геометрические параметры подкрановых путей не отвечали «Правилам ...» [1] сразу по нескольким показателям.

2. Деформации колонн, подкрановых балок и рельсовых путей в результате вибрации, динамических ударов и неравномерной нагрузки при эксплуатации грузоподъемных кранов на смежных пролетах, как это имеет место на эстакаде готовой продукции сортопрокатного цеха (5–7 и 12 пролеты), где горизонтальные смещения подкрановых балок при прохождении крана достигают 17 мм.

3. Отсутствие безопасных условий для качественных геодезических наблюдений в пролетах с непрерывным технологическим процессом (печной, разливной, шихтовый пролеты мартеновского цеха).

4. Неполное или некачественное выполнение рихтовочных работ при исправлении геометрических параметров подкрановых путей, что в свою очередь может быть обусловлено следующими причинами:

- отсутствием возможности остановить краны и создать условия для рихтовки при непрерывном технологическом процессе;
- когда размеры подкрановых балок не позволяют в полной мере исправить положение рельса в плане;
- отсутствие подготовки по основам геодезии специалистов, возглавляющих рихтовочные работы.

5. Выбор места строительства или монтажа конструкции без учета инженерно-геодезических, инженерно-геологических изысканий и вида технологического процесса, обслуживаемого данной конструкцией.

6. Неравномерные осадки колонн и, как следствие, деформации подкрановых балок и рельсовых путей, о чем свидетельствует состояние подкрановых путей северной эстакады копрового отделения мартеновского цеха (рис. 1–4).

Причинами оседания колонн конструкции северной эстакады является уплотнение грунта при ударах 10-тонного груза в бойном зале и между рядами колонн северной эстакады, поскольку эстакада возведена на четвертичных отложениях на расстоянии 10 метров от крутого берега реки, что вызывает вдобавок к оседаниям еще и горизонтальные сдвиги. Дальнейшее горизонтальное смещение конструкции может привести к оползню (рис. 5).

Именно ошибочный выбор места расположения (без учета характера технологического процесса, обслуживаемого конструкцией) северной эстакады и бойного зала мартеновского цеха КМЗ привел к тому, что под действием динамических нагрузок, а именно, ударов 10-тонного груза конструкция испытывает повышенные деформации. Поскольку вначале эксплуатации процесс разбивания слитков металла или шлака осуществлялся в центре северной эстакады, между 4-ми колоннами (рис. 5), то основные деформации конструкции наблюдались именно в этом месте. Причем наблюдались как вертикальные оседания колонн, так и их горизонтальные смещения наряду с наклоном в сторону реки. Вертикальные смещения колонн достигали величины 4–5 мм в центральной части и до 10 мм в год в северной (сопряженной с бойным залом) части эстакады (рис. 1). Горизонтальные сдвиги крановых балок достигали скорости до 10 мм в год на 4-й колонне (рис. 2).

В последующем, заметив такие значительные деформации, процесс разбивания перенесли в бойный зал, расположенный над 6-й и 7-й колоннами северной эстакады на высоте 28 метров. В результате этого процесс оседания центральной части северной эстакады замедлился до 1–2 мм в год, но значительно ускорились оседания северной части эстакады совместно с конструкцией бойного зала и достигли величины 10–15 мм в год для северной эстакады и до 18 мм в год для бойного зала. Горизонтальные же сдвиги на уровне 4-й колонны северной эстакады продолжают со скоростью 3–5 мм в год, причем наряду с креном, достигшим 33 мм на 10-метровой высоте ($i=0,0033$) наблюдается и горизонтальное поступательное движение 4-й колонны (особенно 4-й западной) в сторону реки, выявленное путем заложения профильной линии по направлению 4В–4З. К моменту последнего наблюдения смещение фундамента 4-й западной колонны относительно оси, соединяющей 1-ю и 7-ю колонны, достигло 30 мм.

Продолжение процесса сдвижения (особенно горизонтальных смещений) уже после прекращения бойного процесса вызывает опасения, что горизонтальное движение фундамента колонн вызвано движением всего массива почвы в направлении реки, что может вызвать сползание всей конструкции в реку.

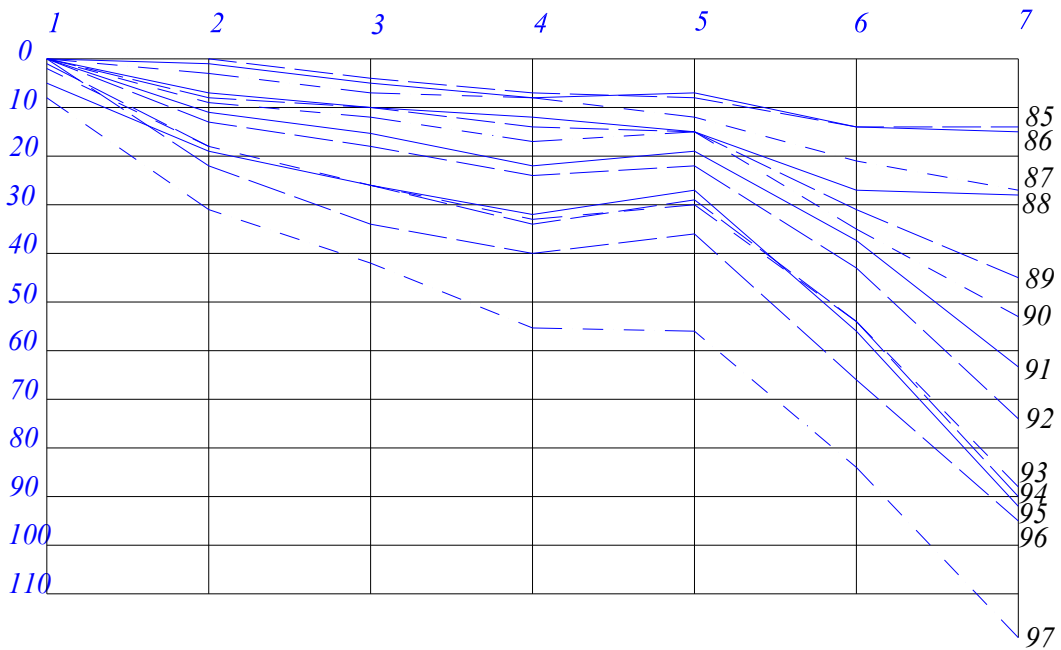


Рисунок 1 — График относительных осадок восточного ряда колонн северной эстакады копрового отделения КМЗ во времени

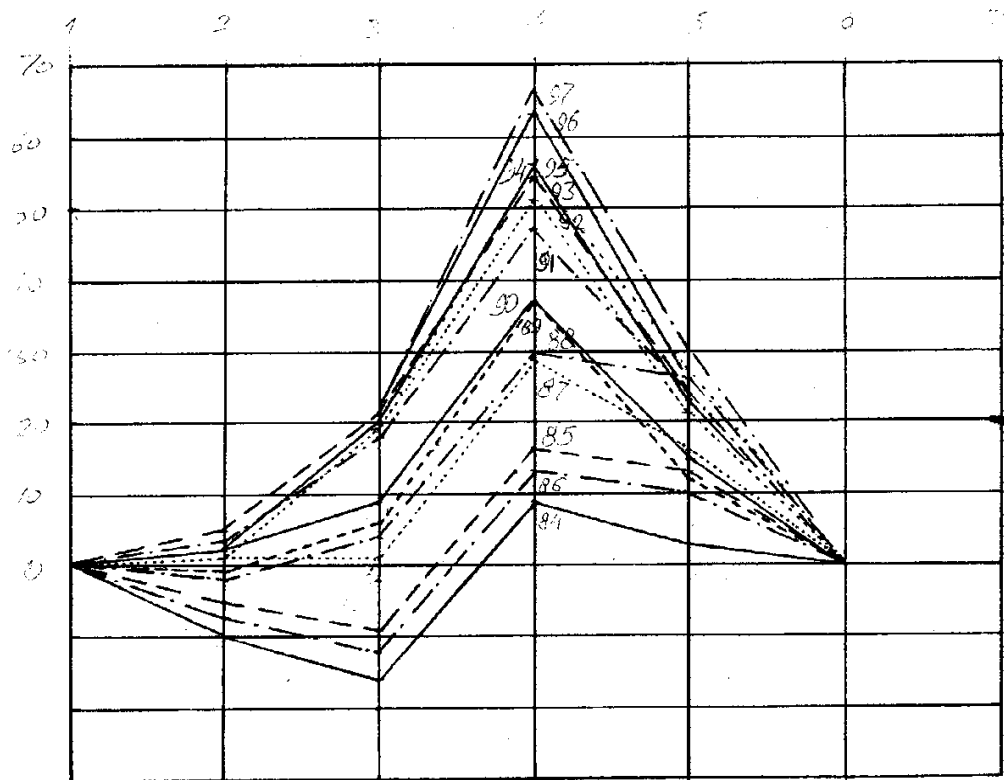


Рисунок 2 — График относительных смещений западного рельса северной эстакады копрового отделения КМЗ во времени

Горизонтальное смещение оси рельса на 4-й западной колонне достигло 66 мм на момент прекращения наблюдений. Вертикальные относительные смещения 7-й восточной колонны относительно 1-й составили 111 мм при длине эстакады 68 м, а превышение 7-й восточной колонны над 7-й западной составило 101 мм.

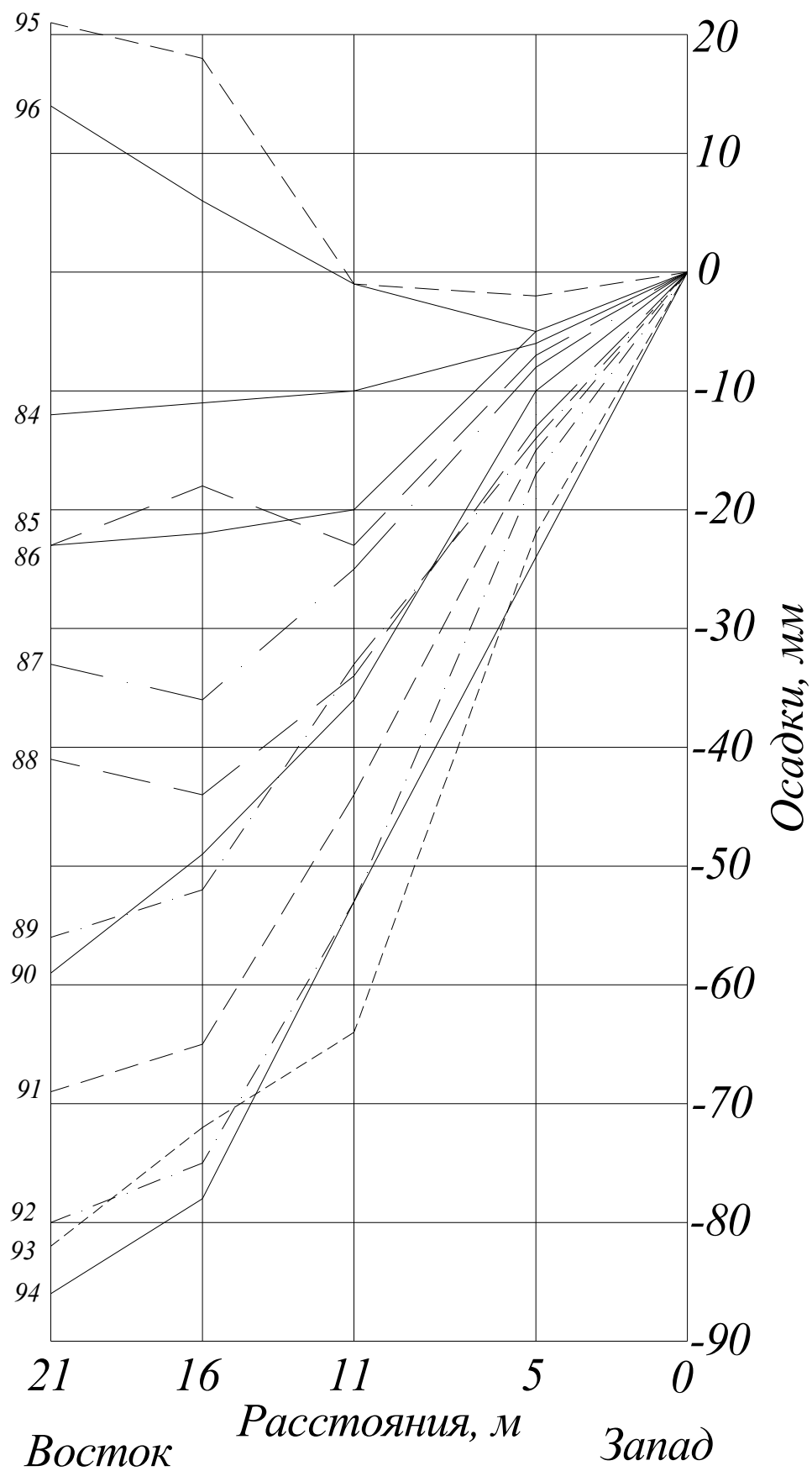


Рисунок 3 — График относительных осадок северного рельса бойного зала копрового отделения мартеновского цеха ОАО «КМЗ им. В. В. Куйбышева»

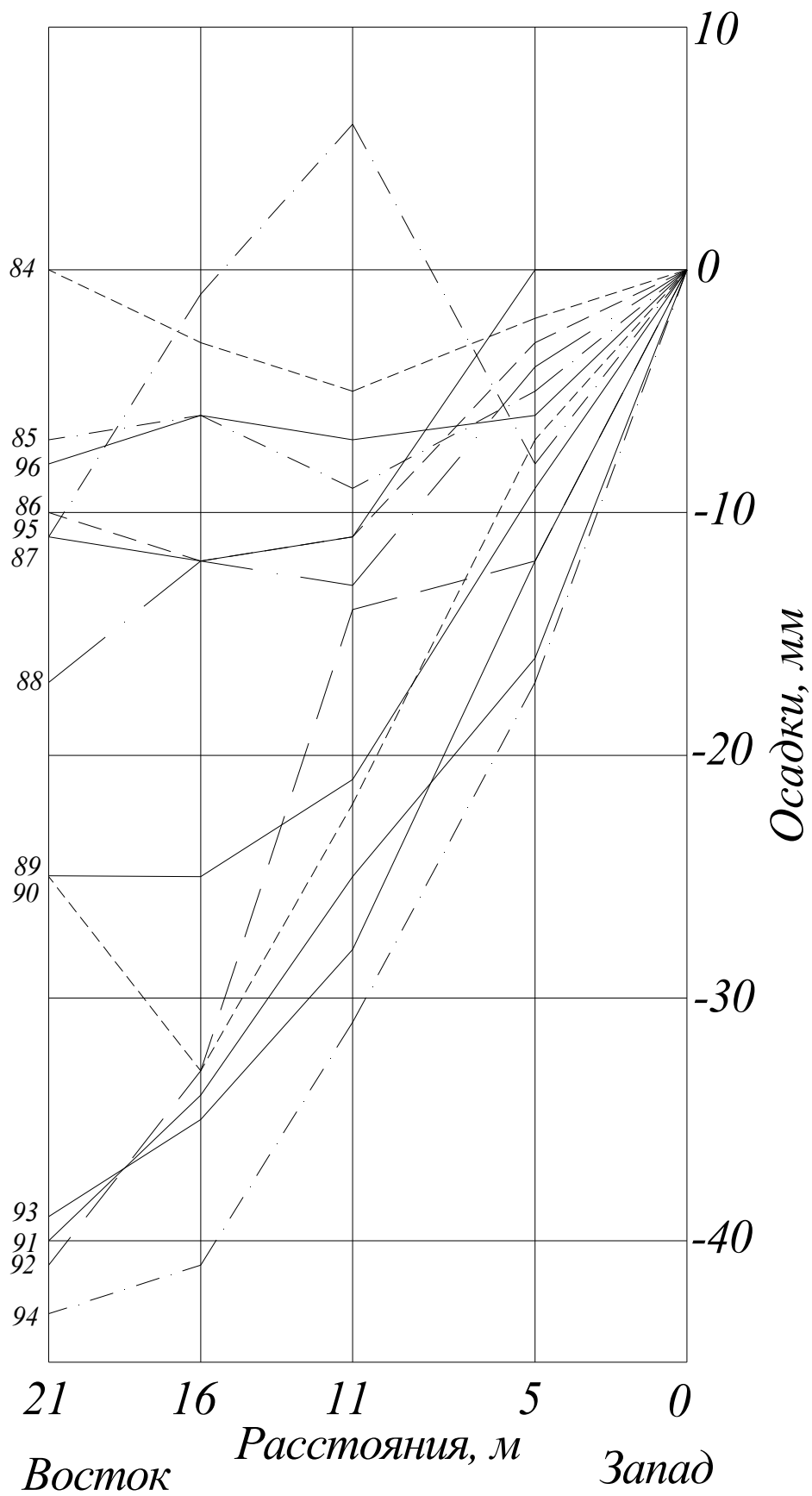


Рисунок 4 — График относительных осадок южного рельса бойного зала копрового отделения мартеновского цеха ОАО «КМЗ им. В. В. Куйбышева»

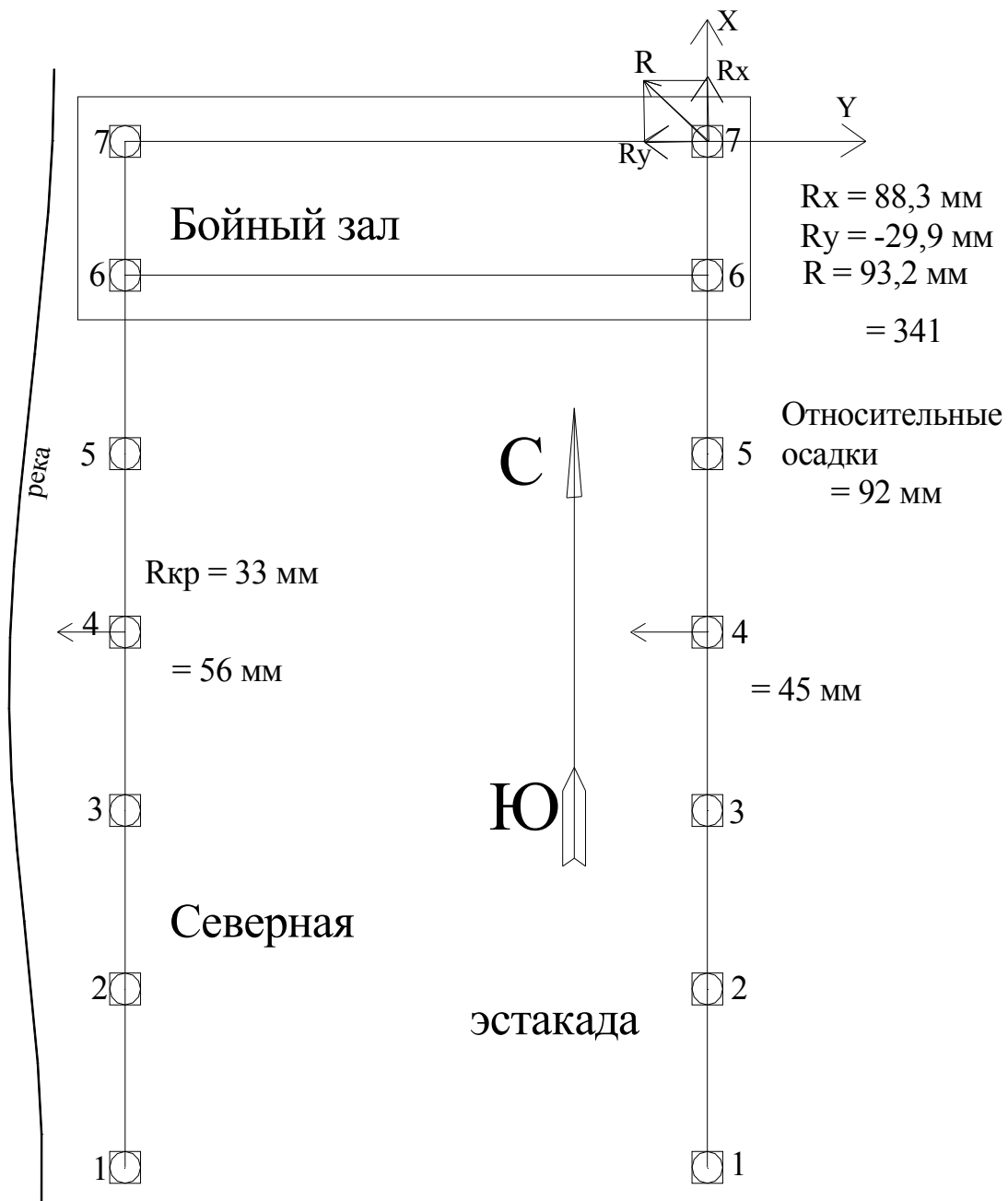


Рисунок 5 — Схема бойного зала северной эстакады копрового отделения мартеновского цеха ОАО «КМЗ им. В. В. Куйбышева»

В самом бойном зале наблюдаются аналогичные процессы. Превышение западной части эстакады относительно восточной для северного рельса составляет 86 мм (рис. 3), а для южного — 42 мм (рис. 4). По нашим рекомендациям были проведены рихтовочные работы и геометрические параметры были приведены в соответствие с требованиями норм безопасности. Однако устранение следствия не устранило причину деформаций и за 2 последующих года восточная часть северного рельса осела на 10 мм (рис. 3).

Аналогичный процесс наблюдается в бойном зале Алчевского металлургического комбината. Там бойный зал был построен на месте бывшей ранее балки, которую засыпали шлаком, различным строительным мусором и отходами. В результате технологического процесса ударов груза здесь наблюдается выпирание колонн в месте падения груза в результате выпирания фундамента. Превышение колонн в месте ударов по отношению к заложенным реперам составило 300 мм (рис. 6).

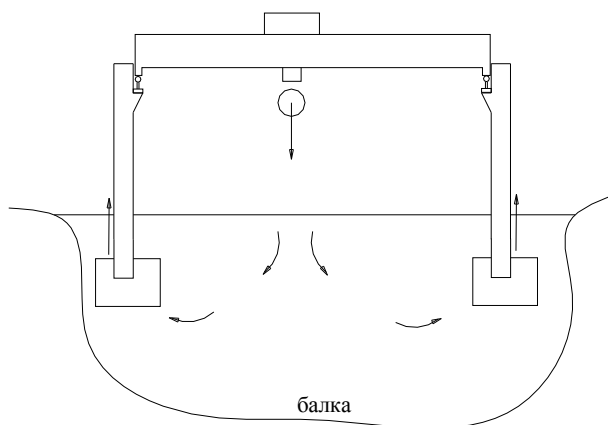


Рисунок 6 — Схема бойного зала АМК

Значительный накопленный материал позволяет давать рекомендации по строительству конструкций для избежания в дальнейшем повторения подобных деформаций и по возможности исправления существующих. При проектировании подобных конструкций и выборе места их расположения необходимо учитывать вид технологического процесса, обслуживаемого данной конструкцией, место будущего расположения мостового крана, а также степень защищенности фундаментов колонн от влияния условий окружающей среды. Рассмотрев все факторы, необходимо уже в процессе проектирования предусмотреть методы защиты конструкций, например, усилить фундаменты колонн, которые будут подвергаться усиленным нагрузкам либо повышенному влиянию атмосферных осадков, более тщательно выбирать место расположения конструкции в зависимости от технологического процесса, чтобы под влиянием динамических нагрузок земная поверхность не подвергалась вертикальным и горизонтальным сдвигениям. Для этого необходимо в месте возведения конструкции произвести тщательные инженерно-геологические и инженерно-геодезические изыскания.

Одним из вариантов ужесточения конструкции являются горизонтальные фермы, скрепляющие балки сверху либо подпорка снизу колонн и их фундаментов со стороны направления возможных сдвижений.

Все эти меры позволят более продолжительное время безопасно эксплуатировать грузоподъемные краны, сократить количество поломок и время на их устранение, что, в конечном счете, снизит затраты на эксплуатацию конструкций.

Список литературы

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. — М. : Металлургия, 1984. — 172 с.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. — М. : Недра, 1981. — 288 с.
3. Руководство по натурным наблюдениям за деформациями технологических сооружений и их оснований геодезическими методами. — М. : Энергия, 1980. — 200 с.

©Лиман С. А.

Liman S. A. (DSTU, Alchesk, LPR)

GEOMECHANICAL REASONS FOR DESIGN DEFORMATIONS

This article discusses a number of reasons that influence the deformation of structures using the example of crane tracks of the Kramatorsk Metallurgical Plant named after V. V. Kuibyshev and Alchevsk Metallurgical Plant. Wrong choice of construction site, insufficient amount of engineering surveys, mechanical and geomechanical factors, underflooding of the foundation with groundwater — all these factors are the causes of deformations and, in some cases, structural damages of bridge cranes and chimneys.

Key words: geodetic observations, deformation, crane ways.