

1. Злочевский А.Б. Долговечность элементов конструкций в связи с кинетикой усталостного разрушения: Дис. ... д-ра техн. наук. М., 1985. 383 с.
2. Карзов Г.П., Леонов В.П., Тимофеев В.Т. Оценка технической прочности сварных узлов с технологическими дефектами // Малоцикловая усталость сварных конструкций. Л.: ЛДНТП, 1973. С. 57-62.
3. Шувалов А.Н. Влияние испытательной перегрузки на усталостную долговечность листовых конструкций: Дис. канд. техн. наук. М., 1982. 218 с.
4. Емельянов О.В. Влияние сжимающих нагрузок на усталостную долговечность элементов металлоконструкций: Дис. канд. техн. наук. М., 1990. 181 с.

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОТКРЫТОЙ ПОДКРАНОВОЙ ЭСТАКАДЫ

А.И. ЗАЙКИН канд. техн. наук, доц.,

А.А. ВАРЛАМОВ канд. техн. наук, доц.,

О.В. ЕМЕЛЬЯНОВ канд. техн. наук, доц.,

Р.М. КАРИМОВ канд. техн. наук, доц.

Магнитогорская государственная горно-металлургическая академия

Подкрановая эстакада Бакальского рудоуправления служит для складирования агломерата и погрузки его в железнодорожные вагоны. Эстакада оборудована мостовыми грейферными кранами грузоподъемностью 20 т. Режим работы кранов - тяжелый.

Эстакада двупролетная с пролетами 24,75 м и шагом колонн 10,72 м. Общая длина эстакады 128,64 м при двух температурных блоках. Отметка верха колонн 12,24 м. Ориентация оси эстакады - с запада на восток.

Конструктивная схема эстакады решена следующим образом: крайние ряды колонн представляют свободно стоящие стойки, развязанные вертикальными связями в каждом ряду колонн каждого температурного блока, средние опоры выполнены в виде рамных устоев, обладающих гораздо большей жесткостью в поперечном направлении, нежели опоры крайних рядов.

Колонны и подкрановые конструкции - металлические. Колонны крайних рядов - сквозные двуветвевые. Подкрановая ветвь выполнена из широкополочного двутавра №45а, наружная ветвь - из прокатных равнополочных уголков 90х8. Опоры среднего ряда решены в виде жесткой рамной системы со стойками из сварных двутавров высотой сечения 725 мм.

Подкрановая балка сварная с размерами верхнего пояса 400х16 мм, стенки 1205х14 мм, нижнего пояса 325х16 мм, остальные подкрановые конструкции решетчатые из прокатных уголков.

Фундаменты колонн крайних рядов - монолитные железобетонные ступенчатые с подколонником.

По опорам среднего ряда проходят железнодорожные пути для выгрузки агломерата из думпкаров. Для погрузки агломерата в обоих пролетах уложены железнодорожные пути в непосредственной близости от крайних рядов колонн.

С момента ввода в эксплуатацию в 1942 г. реконструкция эстакады (кроме замены грейферных кранов и текущих ремонтов) не проводилась. В последние годы эксплуатации отмечены сезонные (особенно весной) значительные горизонтальные перемещения в плоскости поперечника эстакады верха колонн рядов А и В в осях 1- 4. Поскольку это затрудняло нормальную эксплуатацию эстакады, то некоторые колонны этого ряда пришлось рихтовать, для чего ветви колонны разрезались и осуществлялось ее выпрямление, после чего в месте разреза приваривались листовые накладки.

Комплекс мероприятий по натурным обследованиям конструкций эстакады включал следующие этапы: изучение проектных материалов; изучение и анализ результатов геодезических съемок за предшествующие годы; изучение документации по эксплуатации и ремонту кранов; визуальный осмотр

конструкций и натурные обмеры конструкций; геодезическая съемка отклонения верха колонн от вертикали; выявление и классификация дефектов фундаментов, колонн и подкрановых конструкций; отбор проб грунта для компрессионных и сдвиговых испытаний.

Типичными и наиболее распространенными дефектами конструкций эстакады явились следующие: коррозионные и механические разрушения бетона надземной части фундаментов, деформации металлических конструкций в виде выгибов, разрывов, вырывов и местных погибов, трещины в стальных подкрановых конструкциях и сварных соединениях, вызванные достижением металла предела выносливости; отсутствие монтажных и соединительных болтов в местах стыков, значительная коррозия анкерных болтов и опорных пластин баз колонн крайних рядов, отклонение колонн крайних рядов от вертикали в обеих плоскостях; смещение оси подкранового рельса относительно оси подкрановой балки.

Для количественной оценки величин горизонтальных и вертикальных перемещений колонн и прогибов подкрановых балок при действии крановых нагрузок была проведена натурные эксперименты.

Перемещения колонн измерялись как в плоскости поперечника эстакады, так и в плоскости ряда колонн, в том и другом случаях перемещения измерялись на уровне оголовка колонны и на уровне обреза фундамента. Прогибы подкрановых балок измерялись в середине пролета. Измерения производились прогибомерами 6ПАО с ценой деления 0,01 мм. Для того, чтобы более достоверно выделить вертикальные и горизонтальные перемещения колонн, в одном створе устанавливали по два прогибомера с разными углами наклона нитей.

Натурные эксперименты проводились отдельно для ряда А при движении крана в пролете АВ и для ряда В при движении крана в пролете БВ. Отсчеты по приборам производились при фиксированном положении моста крана тележкой, максимально приближенной к соответствующему ряду. Для большей достоверности результатов измерений отсчеты по приборам производились

дважды – при прямом и обратном ходе крана; нулевые отсчеты по приборам также брались дважды – до начала испытаний и после завершения испытаний.

Измерения производились при следующих положениях моста крана, одинаковых для обоих рядов колонн: на опоре по оси 3; на середине подкрановой балки 2-3; на опоре по оси 2; на середине подкрановой балки 1-2 при прямом ходе крана (от оси 13 к оси 1) и аналогично при обратном ходе (от оси 1 к оси 13).

Полученная информация подверглась обработке на ПЭВМ по специально разработанной программе. Результаты обработки показали значительный разброс как по величине, так и по знаку перемещений верха колонн. По ряду А диапазон перемещений верха колонн в плоскости поперечника составил:

горизонтальные по оси 1 - от $-6,23$ до $-10,89$ мм;

вертикальные по оси 1 - от $0,22$ до $1,52$ мм;

горизонтальные по оси 2 - от $+2,86$ до $-12,03$ мм;

вертикальные по оси 2 - от $0,29$ до $2,12$ мм;

горизонтальные по оси 3 - от $+2,66$ до $-4,76$ мм;

вертикальные по оси 3 - от $0,29$ до $2,12$ мм.

По ряду В диапазон перемещений верха колонны по оси 2 составил в плоскости поперечника

горизонтальные - от $-0,93$ до $-7,56$ мм;

вертикальные - от $0,29$ до $2,19$ мм;

в плоскости ряда

горизонтальные - от $+1,38$ до $-0,96$ мм;

вертикальные - от $0,29$ до $2,19$ мм.

Для горизонтальных перемещений знак “минус” означал перемещения наружу пролета, знак “плюс” – внутрь.

Наибольшие горизонтальные перемещения, как и ожидалось, оказались у крайних колонн. Вертикальные перемещения (осадки) колонн рядов А и В при одних и тех же положениях крана практически одинаковы и меняются по

величине линейно с изменением положения моста крана, что свидетельствует о работе грунта основания в области упругих деформаций.

Относительный прогиб верха колонн в плоскости поперечника как по ряду А, так и по ряду В, за исключением одного результата, не превышал $1/1000$; то же в плоскости ряда – не более $1/8000$.

Для отдельно стоящих стальных колонн открытых эстакад согласно п. 10.11 СНиП “Нагрузки и воздействия” относительный прогиб верха колонн принимается не менее $1/2500$ высоты колонны и не менее 6 мм.

Таким образом, экспериментально замеренные величины горизонтального смещения колонн свидетельствуют о недостаточной жесткости колонн в свете требований современных норм проектирования подобных сооружений.

Измеренные прогибы подкрановых балок рядов А и В с учетом осадки опор были практически одинаковы и составили 5,5 мм или $1/950$ пролета балки, что значительно меньше нормируемой величины $1/500$ пролета. Следовательно, жесткость подкрановых балок при существующих крановых нагрузках можно считать вполне обеспеченной.

Неизбежный разброс экспериментальных данных вполне закономерен из-за различных факторов:

Геодезическая съемка крановых путей и инструментальные измерения отклонения крановых путей от оси стенки подкрановой балки подтвердили как наличие отклонений путей от прямолинейности в плане, так и наличие эксцентриситетов относительно стенки балки.

В ходе эксперимента была сделана попытка количественно оценить влияние только односторонней крановой нагрузки на прогибы колонн, для чего менялось положение тележки на противоположное по отношению к рассматриваемому ряду. Результаты измерений показали, что данный фактор не является решающим: при изменении положения тележки перемещения колонн практически не менялись.

Поскольку на данной эстакаде продольное торможение кранов и поперечное торможение тележки с грузом производится в очень мягком режиме, то величины продольных и поперечных тормозных усилий невелики и не могут оказывать решающего влияния на горизонтальные перемещения колонн.

Следовательно, основными факторами, влияющими на величину перемещений, по всей вероятности, надо считать несовершенство геометрии крановых путей, отклонения оси пути от оси балки и грунтовые условия площадки.

Следует отметить, что результаты экспериментальных исследований, свидетельствующие о недостаточной жесткости самих колонн, и замеренные перемещения, естественно, не включают в себя все предыдущие деформации, как накопленные в процессе эксплуатации эстакады, так и обусловленные дефектами изготовления и монтажа.

Между тем, как показала геодезическая съемка, величины этих деформаций на один-два порядка превышают деформации, замеренные в ходе эксперимента. Но из-за полного отсутствия достоверных данных о причинах их возникновения и динамике изменения, сейчас практически невозможно количественно оценить влияние этих факторов на эксплуатационную надежность эстакады. Можно лишь с определенной вероятностью утверждать, что в течение всего периода эксплуатации эстакады происходил процесс постепенного приспособления конструкций к определенному уровню остаточных деформаций грунтов основания и разного происхождения дефектов самих конструкций. Косвенно это подтверждается тем обстоятельством, что даже при наличии таких смещений колонн, нормальная работа кранов практически не нарушается.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о недостаточной жесткости колонн в свете требований современных норм и вполне достаточной жесткости подкрановых балок при действии существующих крановых нагрузок, накопленном уровне остаточных

деформаций грунтов основания и существующих дефектах колонн и подкрановых конструкций. Недостаточная жесткость колонн может иметь своим следствием в будущем повышенный износ крановых колес и рельсов.

В процессе экспериментальных исследований были выполнены измерения фибровых деформаций колонн при действии крановых нагрузок с целью оценить напряженное состояние колонн. Измерения показали, что приращение напряжений в подкрановой ветви колонны от крановых нагрузок составляло не более 300 кгс/см^2 . Имея ввиду относительно невысокий уровень напряжений от постоянной нагрузки, можно утверждать, что несущая способность и устойчивость колонн при существующих крановых нагрузках вполне обеспечены.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ФОРМЫ СЕЧЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ АРОЧНЫХ ОБОЛОЧЕК ИЗ ВАЛЬЦОВАННЫХ ПРОФИЛИРОВАННЫХ

Г.Ю. ПОПУЛОВА

Уральский государственный технический университет

Разработка методики расчета длинных цилиндрических оболочек из вальцованных профилированных листов обусловлена их конструктивными особенностями. Оболочки собираются из профилей корытообразного сечения толщиной 1 мм. Для предотвращения потери местной устойчивости стенок профиля при гибке, их выполняют гофрированными (рис. 1). Эти поперечные рифления приводят к повышенной деформативности оболочек в целом. Вследствие этого, при расчете оболочек определяющим будет являться расчет их общей устойчивости.