



вых элементов в зоне повышенных напряжений).

На рисунке 3 показано смещение опоры газосборника в результате недостаточной способности самокомпенсации температурных перемещений и отсутствия компенсатора.

Также в практике ОАО «Системэнерго» была обнаружена разгерметизация сальникового компенсатора на перекидных газопроводах коксовых батарей. Причина – износ сальникового уплотнения.

Таким образом, при проектировании трубопроводов выбор устройств для компенсации температурных перемещений является существенным фактором, определяющим надежность и безопасность эксплуатации. От правильности выбора и точности расчетов зависят эффективность применения того или иного способа компенсации, экономическая составляющая (затраты по стоимости закупа и монтажа специального компенсирующего устройства или металлоемкости при использовании самокомпенсации), простота обслуживания, надежность и длительность эксплуатации.

На основании опыта обследования технологических трубопроводов различного назначения наиболее удачными являются гнущие компенсаторы, которые при правильном монтаже и контроле качества выполненных работ обеспечивают надежную и длительную работу объекта в целом. Если рассматривать специальные компенсирующие устройства, то меньше отказов и дефектов встречается в сифонных компенсаторах. Их конструкция также является надежной, герметичной и не требует обслуживания в течение всего срока службы. Наибольшее число дефектов, как видно из приведенных примеров, встречается в линзовых компенсаторах, исправная работа которых очень сильно зависит от точности монтажа трубопровода. Наиболее распространенное место разрушения – сварной шов, соединяющий две полулинзы.

Литература

1. Николаев А.А. *Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей*. М.: 1965.
2. *Металлические конструкции. В 3 т. Том 3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений: Справочник проектировщика / Под общ. ред. В. В. Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова) – М.: АСВ, 1999.*

Повышение надежности ступенчатых колонн

одноэтажных производственных зданий

УДК: 69.059.22: 69.04

Василий ВОРОЖБЯНОВ,

кандидат технических наук, инженер-конструктор ОАО «Системэнерго»

Алексей ШВЕЦОВ,

заместитель начальника отдела экспертизы строительных конструкций ОАО «Системэнерго»

Ирина ГУЛЯЕВА,

заместитель начальника отдела экспертизы строительных конструкций ОАО «Системэнерго»

Алексей СТЕПУХИН,

инженер по наладке и испытаниям оборудования металлургических и коксохимических производств ОАО «Системэнерго»

Иван ЕФИМОВ,

начальник отдела по обеспечению ГПМ ОАО «Системэнерго»

В статье рассмотрены случаи повреждения ступенчатых колонн производственных зданий в местах их сопряжения с подкрановыми конструкциями и тормозными балками. Повреждения возникают при наличии монтажных дефектов и воздействии циклических знакопеременных нагрузок от работы мостовых кранов. Данный вид повреждений ранее в технической литературе не описан.

Ключевые слова: повреждение ступенчатых колонн, подкрановые конструкции.

Считается, что ступенчатые металлические колонны, наиболее широко применяемые в одноэтажных производственных зданиях, обладают большими запасами несущей способности и хорошо сопротивляются механическим воздействиям. Благодаря мощным сечениям, даже при наличии повреждений, ступенчатые колонны сохраняют надежность, то есть случаев их разрушений не зафиксировано. Наиболее часто встречающиеся дефекты и повреждения металлических колонн производственных зданий металлургических заводов приведены в [1]. Как показали исследования, во всех имеющихся источниках, посвященных ступенчатым колоннам, отсутствуют описания повреж-

дений узла сопряжения надкрановой и подкрановой части колонны и надкрановой части колонны в месте примыкания к ней тормозных конструкций.

В 1990 году на Карагандинском металлургическом комбинате произошло обрушение покрытия над отделением вращающихся печей доломитового цеха. Расследование причин аварии, в котором приняли участие и авторы статьи, показало, что причиной обрушения покрытия как раз и послужили повреждения нескольких ступенчатых металлических колонн (рис. 1).

Циклические крановые и ветровые воздействия вызвали усталостное разрушение металла накладки (рис. 1), соединяющей по наружной грани полку

Считается, что ступенчатые металлические колонны, наиболее широко применяемые в одноэтажных производственных зданиях, обладают большими запасами несущей способности и хорошо сопротивляются механическим воздействиям. Благодаря мощным сечениям, даже при наличии повреждений, ступенчатые колонны сохраняют надежность, то есть случаев их разрушений не зафиксировано

надкрановой части колонны с шатровой ветвью нижней части колонны, перенапряжение и последующее разрушение сварного шва монтажного стыка и, как следствие, поворот надкрановой части колонны относительно внутреннего поясного листа.

Более нетипичный случай повреждения (частичного разрушения) надкрановых частей ряда колонн наблюдался в цехе травления металла производства плоского проката (ППП) ПАО «Северсталь».

Для подкрановых конструкций наиболее характерным дефектом монтажа является наличие зазора между упорными планками, расположенными на тормозных конструкциях, и колонной (рис. 2). Как показывают многочисленные обследования подкрановых конструкций, в большинстве случаев этот дефект монтажа очень быстро приводит к появлению усталостных трещин в горизонтальном листе тормозных балок в месте примыкания его к колонне. Особенно это повреждение характерно для зданий, оборудованных кранами 7К и 8К режимов работы.

При натурном обследовании пролета травления металла ППП ПАО «Северсталь» в 2015 году был выявлен совершенно новый вид повреждения (ранее не описанный в технической литературе) – частичное разрушение надкрановой части колонны в месте примыкания к ней узла тормозной конструкции (рис. 3, 4).

Циклические горизонтальные нагрузки на внутренний поясный лист колонны многократно увеличились из-за динамической составляющей, обусловленной наличием зазора до 7 мм между упорными планками и колонной.

Циклические горизонтальные динамические нагрузки вызвали первоначально усталостное разрушение сварных угловых швов крепления поперечного ребра жесткости (деталь 2 на рис. 2) к поясному листу колонны со стороны цеха (рис. 3) и выключению его из работы. Следствием этого явилось появление местных из-

гибающих знакопеременных моментов в поясном листе колонны, развитие больших пластических деформаций в его волокнах, малоцикловое разрушение поясного листа в поперечном направлении и, далее, переход трещины на стенку колонны (рис. 4). Выявленное повреждение колонн по РД 22-01-97 [3] относится к категории опасности А, что требует принятия срочных мер по их усилению.

Таким образом, причинами разрушения надкрановой части колонны послужили два фактора: во-первых, циклические знакопеременные горизонтальные нагрузки, возникающие при работе мостовых кранов, которые многократно усилились из-за динамической составляющей, обусловленной наличием зазоров между упорными планками и колонной; во-вторых, недостаточная для данного случая несущая способность сварного углового шва крепления поперечного ребра жесткости к полке колонны.

Для предупреждения повреждения (разрушения) надкрановых частей колонн необходимо выполнение следующих мероприятий:

1. При монтаже подкрановых конструкций обеспечивать плотную пригонку упорных планок к колонне (то есть торец упорных планок со стороны колонны должен строгаться, а зазор между планкой и поясными листами колонны должен быть нулевым).

2. Поперечное ребро жесткости колонны, установленное в уровне горизонтального листа тормозной балки, необходимо приваривать к поясному листу колонны двухсторонними швами с проваром на всю толщину ребра.

Литература

1. Кикин А.И., Васильев А.А. и др. *Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий*. М.: Стройиздат, 1984, с.302.

2. *Металлические конструкции (техническая эксплуатация)*. Под общей редакцией М.М. Сахновского. Издательство «Будівельник», Киев, 1976, с.256.

Рис. 1. Схема разрушения узла сопряжения надкрановой и подкрановой частей ступенчатой колонны

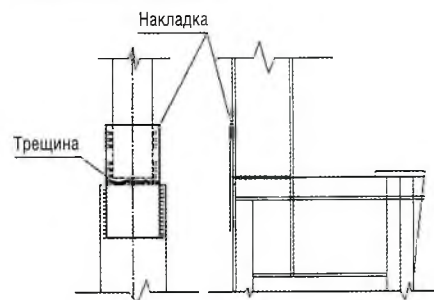


Рис. 2. Схема сопряжения тормозной балки с колонной

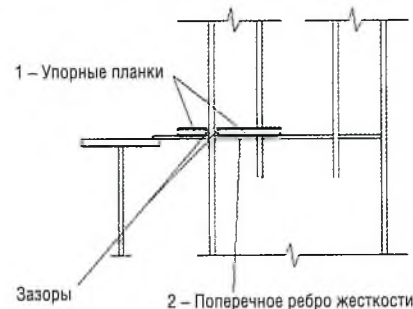


Рис. 3. Разрушение сварного углового шва крепления поперечного ребра жесткости к поясному листу колонны



Рис. 4. Переход трещины с поясного листа на стенку колонны



3. РД-22-01-97 «Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений под надзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями)».