

*к.т.н Ларченко В.Г.,
Хоружая Н.В.
(ДонГТУ, г.Алчевск, Украина)*

МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Запропонований спосіб визначення деформацій висотних споруд і пристрій для виміру горизонтальних і вертикальних деформацій їхньої основи, що дозволяє визначити зміну крену висотних споруд за допомогою лазерного пристрою, підвищує точність виміру горизонтальних деформацій до 1500 разів.

Ключові слова: *крен висотних споруд, лазерний прилад, замірна станція, горизонтальні і вертикальні деформації.*

Предложен способ определения деформаций высотных сооружений и устройство для измерения горизонтальных и вертикальных деформаций их основания, позволяющие определять изменения крена высотных сооружений с помощью лазерного устройства, увеличив точность измерений горизонтальных деформаций до 1500 раз.

Ключевые слова: *крен высотных сооружений, лазерный прибор, замерная станция, горизонтальные и вертикальные деформации.*

Все высотные сооружения в период их длительной эксплуатации испытывают деформации, что часто приводит к отклонению центра верхнего сечения от нижнего, называемому креном сооружения. Увеличение крена может стать необратимым и причиной прекращения эксплуатации сооружения, его ликвидации или остановки промышленного производства.

Анализ публикаций по рассматриваемой теме за последние годы свидетельствует, что крен высотных сооружений определяют традиционными геодезическими измерениями, которые являются трудоемкими, а на их точность влияют погодные условия.

Поэтому эта техническая задача является актуальной, а целью исследований является разработка нового способа мониторинга деформаций высотных сооружений при их длительной эксплуатации, не требующего трудоемких геодезических измерений и их математической обработки.

Опыт эксплуатации высотных сооружений на неподрабатываемых территориях показал [1], что на величину крена значительное влияние оказывают скорость и направление ветра, неравномерный тепловой нагрев дымовой трубы, неравномерные оседания фундамента трубы, изначаль-

ный строительный крен и другие факторы. Ветры примерно одного направления действуют на сооружения с переменной однонаправленной нагрузкой, способной привести к значительному увеличению совпадающего по направлению крена. Еще большую опасность представляет собой периодические изменения направления ветра в различных направлениях, что может привести к эффекту «расшатывания» фундамента.

Неравномерный тепловой нагрев, вызванный солнечным излучением, наибольшее влияние оказывает на южную сторону трубы. Вызванное тепловым нагревом расширение материала трубы с южной стороны может увеличить крен сооружения в северном направлении. Особенно опасно суммарное действие ветровой и тепловой нагрузок, совпадающих по направлению с начальным строительным креном, что может привести к превышению допустимого значения крена. Многолетний опыт наблюдений [1] показывает, что при выборе места возведения высотного сооружения следует учитывать особенности геологического строения окружающих фундамент пород и возможную близость водных объектов, увлажняющих породы вокруг фундамента. Однако следует отметить, что проходящие по каналам дымовой трубы газы с высокой температурой своим теплом подсушивают и, следовательно, укрепляют окружающие фундамент породы.

Совместное действие всех этих факторов наблюдалось на дымовой трубе коксового цеха Краматорского металлургического завода им. В.В. Куйбышева. На протяжении 12 летних наблюдений величина крена этой трубы, расположенной на берегу реки, изменялась от 400 до 915 мм (при допустимых 300 мм), причем направление крена было северным и колебалось в пределах 12° . Изгиб трубы резко увеличивался на верхних 15 метрах (при высоте трубы 55 м).

На подрабатываемых территориях основной причиной крена высотных сооружений может быть наклон земной поверхности, что требует систематических трудоемких геодезических наблюдений, а также проведения необходимого ремонта или осуществления защитных мероприятий, связанных с необходимостью временного сокращения выпуска продукции или даже полной остановки работы промышленного предприятия, вследствие чего существенно возрастают затраты, часто приходится проводить ремонтные работы, не прекращая деятельности предприятия [2].

Поэтому нами предложен способ мониторинга крена высотных сооружений, позволяющий вести мониторинг с высокой точностью и многократно снизить трудоемкость наблюдений. Данная техническая задача является актуальной, имеют научное и практическое значение.

На начальной стадии при приемке высотного сооружения в эксплуатацию, определяют крен традиционным методом угловой геодезической засечки с трех пунктов, выполняют угловые измерения точным теодолитом и линейные измерения светодальномером, электронным тахеометром

Рядом с зеркалом 8 установлена зрительная труба теодолита (кипрегеля) 18 с увеличением не менее 30^x и с призмной насадкой 19 для наблюдения за креном на градуированном и ориентированном экране 5.

Установленный в верхней части высотного сооружения градуированный и ориентированный экран (рисунок 2) на матовом стекле с подсветкой 20 позволит вести постоянные наблюдения за изменениями величины и направления крена (вертикальной оси 21 объекта в верхней его части) по изменению положения луча 9, отраженного зеркалом неподвижного лазерного прибора 10, от влияния скорости и направления ветра, теплового нагрева трубы, изменения температуры воздуха, наклона фундамента высотных объектов.

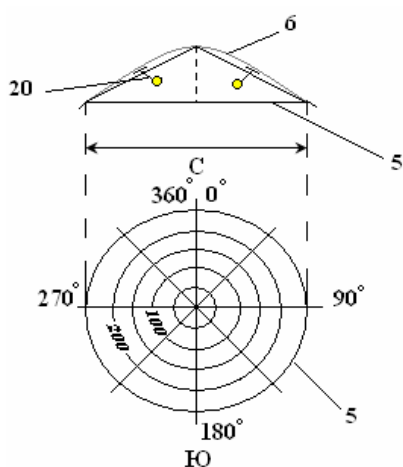


Рисунок 2 - Экран для наблюдений

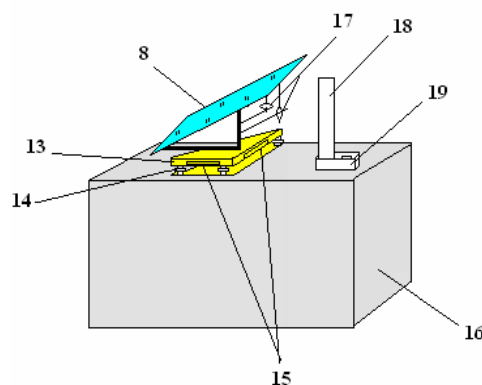


Рисунок 3 - Направляющее зеркало с трегером, уровнями и микрометрическими винтами

Применив устройство для измерения горизонтальных и вертикальных деформаций основания сооружения [3, 4] можно будет определить наклоны земной поверхности (рисунок 4), для чего необходимо установить стенной репер 1, соединенный проволокой 2 с блоком 3 и от него натяжным грузом 4. Напротив второго стенного репера 5 установлена неподвижная шкала 6 с делениями и увеличительной лупой 7 для точности взятия отсчетов. В конце защитной трубки 8 перед блоком 3 помещают на специально оборудованной опоре 9 лазерный прибор 10, объектив 11 которого соединен с проволокой 2 припаянными к ним кольцами 12. Все устройство помещают в защитную пластиковую трубку 8. Чтобы наблюдать за отсчетами в процессе наклона сооружений, в трубке сделаны смотровые окна 13. В данной трубке 8 устанавливают образный гибкий шланг 14, в который заливают незамерзающую жидкость 15 (технический спирт с добавлением масла для уменьшения испарения спирта). На прозрачные трубки 16 надевают гибкий шланг 14, а

сверху прозрачную трубку покрывают крышкой 17 с отверстиями для воздуха. Концы прозрачных трубок 16 прикреплены к концам защитной пластиковой трубы 8 (или к реперу 5) резиновыми хомутами 18 во избежание вибраций и отклонений прозрачных трубок 16 от вертикали, а u-образный гибкий шланг 14 пропущен по низу защитной трубки 8. При оседании сооружений один конец шланга 14 будет испытывать большее оседания, а жидкость 15 в шланге 14 будет оставаться на одном уровне. Относительное оседание одного из концов шланга 14 будет видно по разности отчетов по вертикальной шкале 19 с миллиметровыми делениями (исходный уровень жидкости установлен на нулевом делении). Напротив лазерного прибора 10 устанавливают градуированный экран 20 (вместо экрана можно использовать стену любого здания). Процесс горизонтальных деформаций основания сооружений наблюдают по движению проволоки 2 со шкалой 6 относительно иглы 21 на втором стенном репере 5 и по движению луча лазерного прибора 10 на градуированном экране 20.

Данное устройство позволяет определять наклоны и горизонтальные деформации участка земной поверхности у основания фундамента, тем самым, выделив влияние одной из главных причин крена высотных сооружений на подрабатываемых территориях.

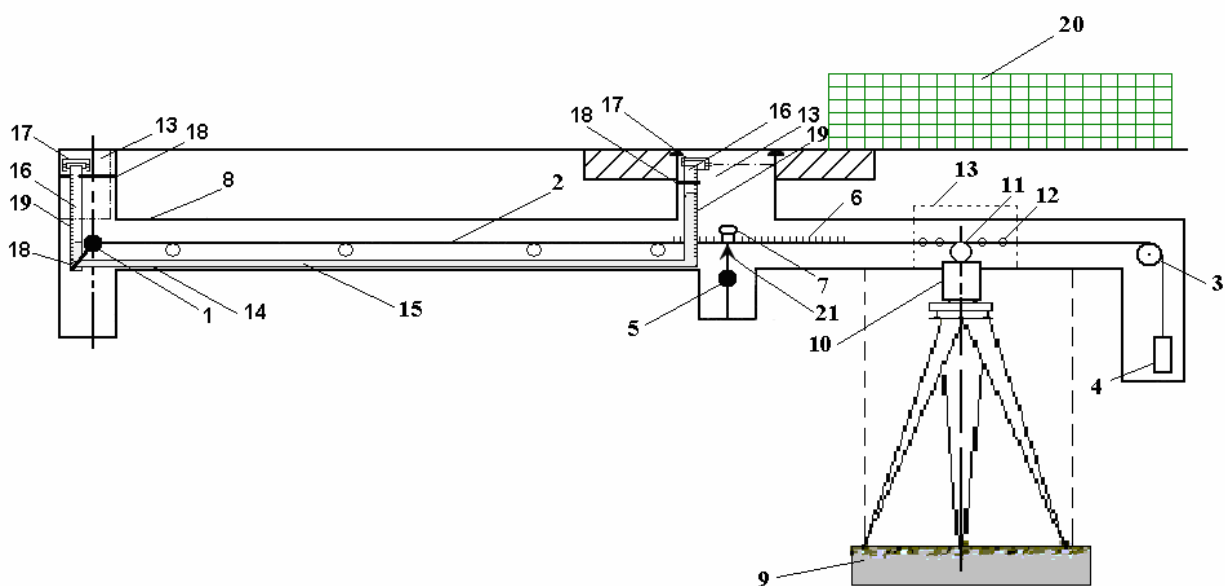


Рисунок 4 - Устройство для измерения горизонтальных и вертикальных деформаций основания сооружений

Выводы и направление дальнейших исследований.

1. Приведенный способ определения изменений крена высотных сооружений дает возможность вести постоянный мониторинг с высокой точностью, исключить необходимость точных трудоемких геодезических

измерений и их математической обработки, устанавливать зависимость крена от влияния определяющих факторов, а также многократно снизить трудоемкость и повысить комфортабельность наблюдений, исключить влияние человеческого фактора на точность определения крена.

2. Дополнительное применение лазерного прибора в устройстве [3] (рисунок 4) позволяет повысить точность определения горизонтальных деформаций сооружений до 1500 раз, что расширяет возможность их использования для наблюдений на любых объектах: подработанных сооружений, оползнях, тектонических разломах, АЭС, ГЭС и решения других инженерных задач (исследований конвергенции горных выработок, деформаций плотин и т.д.).

3. Планируем в дальнейшем внедрить предложенный способ и устройства на производстве.

Библиографический список

1. Ларченко В.Г. Причины изменения величины и направления крена дымовых труб/ В.Г. Ларченко, С.А. Лиман, В.Т. Мирошниченко // Сб. науч. трудов. – Алчевск: ДГМИ, вып.12, 2000. – С.321-327.

2. Кратч Г. Сдвижение горных пород и защита подрабатываемых сооружений. / Пер. с нем. под ред. Р.А. Муллера и И.А. Петухова. – М.: Недра. - 1978. – 494 с.

3. Пат. 35377 U Україна, МПК⁸ G 01 C 3/08. Пристрій для виміру горизонтальних і вертикальних деформацій товщі гірничих порід і споруд земної поверхні / В.Г. Ларченко, Н.В. Хоружа (Україна); Донбаський державний технічний університет (Україна). - № и 200805642, заяв. 30.04.2008, опубл. 10.09.2008, Бюл. № 17.

4. Патент України по заявці № и 200909875 від 28.09.09.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.