

## 6 НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 528.48

### ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Е. К. АТРОШКО, И. П. ДРАЛОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Креном сооружения называется отклонение верхней части сооружения от проектного положения вертикальной плоскости. Причиной крена может быть неправильная осадка сооружения в целом или наклон его верхней части из-за ветрового давления, температурного нагрева и других физических воздействий.

В зависимости от вида сооружения и его высоты для определения крена используют различные геодезические способы. Наиболее просто определить величину крена с помощью механического отвеса, при котором нить отвеса совмещается с осью сооружения в его верхнем сечении, а в нижнем сечении по линейке с миллиметровыми делениями или рулетки измеряют отклонение верхней точки сооружения от его оси в нижнем сечении. Это измерение характеризует величину крена ( $l$ ). Угловая величина крена определяется углом между вертикальным направлением оси сооружения и его наклонным (фактическим) направлением. Угловая величина крена

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left( \frac{l}{H} \right),$$

где  $l$  – линейная величина крена;  $H$  – высота сооружения.

Точность измерения крена в этом случае невелика и зависит от отклонения отвеса от вертикали под влиянием движения воздуха.

Для определения крена с более высокой точностью, особенно для сооружений большой высоты, используют приборы вертикального проектирования (ПВП), которые представляют собой оптический обратный отвес. Для этого под осью сооружения в нижнем сечении устанавливают прибор, а в верхнем сечении – горизонтально палетку или рейку с миллиметровыми делениями и измеряют линейную величину крена, при этом ошибки измерения для прибора вертикального проектирования от движения воздуха не учитываются.

Для более точного измерения крена в способе вертикально проектирования используют точные и высокоточные оптические теодолиты и электронные тахеометры. Для определения линейной величины крена с помощью теодолита для сооружений прямоугольной формы устанавливают теодолит в створе одной из стен сооружения на расстоянии в полторы – две высоты сооружения и проектируют верхнюю точку на сооружении теодолитом при круге лево и круге право на миллиметровую линейку или рулетку, располагаемую в основании сооружения перпендикулярно оси визирования  $\Delta x$ . Затем переставляют теодолит на  $90^\circ$  параллельно створу направления на вторую стену и делают аналогичное измерение линейной величины крена  $\Delta y$  в перпендикулярном направлении.

По полученным измерениям определяют общую линейную и угловую величины крена:

$$l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} ; \varphi = \operatorname{arctg} \left( \frac{l}{H} \right).$$

Для определения направления крена относительно севера на каждой стоянке теодолита с помощью ориентир-буссоли измеряют магнитные азимуты, а затем составляют схематический чертеж расположения направления крена сооружения относительно северного направления магнитного меридиана.

Для сооружений башенного типа (дымовые трубы, элеваторы и другие подобные сооружения), имеющих форму усеченного конуса, крен определяют путем проектирования с двух взаимно перпендикулярных стоянок теодолита центра верхней части трубы на подошву ее фундамента. Разница в положениях проекций центра верхней части и центра фундамента определяет величину и направление крена.

Для нахождения центра верхней части трубы устанавливают отъюстированный теодолит на станции 1 и наводят его визирную ось по очереди на боковые грани верха дымовой трубы, при каждом наведении снимают отсчёты по горизонтальному кругу теодолита. Затем по ним находят среднее арифметическое значение и устанавливают его на лимбе теодолита. Данное положение визирной оси теодолита будет соответствовать центру верхней части дымовой трубы. Затем это положение вертикально проектируют на основание фундамента дымовой трубы и отмечают его краской или мелом на фундаменте.

Аналогично находят центр нижней части дымовой трубы фундамента и отмечают центр нижней части трубы мелом. Измеряя рулеткой расстояние между центром нижней и верхней частей дымовой трубы, определяют линейную величину крена дымовой трубы. Затем переставляют теодолит на 90° и аналогично определяют величину крена со второй стоянки теодолита. Полное значение линейной и угловой величин крена дымовой трубы определяют по формулам, приведенным выше.

Определение крена высоких сооружений может быть разовым и систематическим. Целью разовых измерений является определение величины крена на момент наблюдения, которая используется для оценки состояния сооружения и составления заключения о возможности его эксплуатации.

Целью систематических наблюдений является определение величины крена и его изменения во времени. При организации систематических наблюдений точки установки теодолита или электронного тахеометра закрепляют на местности долговременными центрами и фиксируют ось сооружения двумя визирными марками для наблюдения за ней с каждой точки установки теодолита.

Для определения крена сооружения и его изменения во времени наблюдения выполняют периодически (по циклам), при этом обычно используют способ координат. В этом способе вокруг сооружения на расстоянии, равном полтора – два раза его высоты, закладывают не менее трёх опорных пунктов (стоянок теодолита или тахеометра) и определяют их координаты в условной системе. С этих пунктов через определенные промежутки времени (циклы) с помощью формул прямой угловой засечки определяют координаты оси сооружения в его нижнем и верхнем сечении. По разностям координат в двух циклах наблюдений находят составляющие крена  $\Delta x$  и  $\Delta y$  по осям координат и определяют линейную и угловую величины крена.

Точность определения линейной величины крена зависит от точности теодолита (тахеометра) и высоты сооружения  $H$ . В среднем допустимая величина крена при определении вертикальности для фабрично-заводских труб определяется по формуле

$$l = 0,002H.$$

Например, для дымовой трубы высотой  $H = 20$  м линейная величина крена не должна превышать

$$l = 0,002 \cdot 2000 = 40 \text{ мм} = 4 \text{ см}.$$

Некоторые из приведенных геодезических методов определения крена инженерных сооружений были использованы авторами при наблюдениях за кренами дымовых труб на нескольких объектах хлебозаводов г. Гомеля и Гомельской области.

УДК 691.32:624.012.45/.46

## НАЧАЛЬНАЯ КАРБОНИЗАЦИЯ БЕТОНОВ КЛАССОВ ПО ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ $C^{12}/_{15}-C^{50}/_{60}$ ДЛЯ ЖЕСТКИХ СМЕСЕЙ

*А. А. ВАСИЛЬЕВ, К. Э. АГЕЕВА, А. Ю. КРУПОДЕРОВ, В. Ю. СВЕРЖ  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

На основании результатов исследования образцов бетонов классов по прочности на сжатие  $C^{12}/_{15}-C^{50}/_{60}$  была получена зависимость начальной карбонизации бетона от количества использованного цемента  $KC_0 = f(\Pi)$  [1]. Исследования проводились сразу после изготовления с применением ТВО на подвижных смесях марки по удобоукладываемости П1 (ОК = 4 см):

$$KC_0(l/t = 0) = (0,0077\Pi + 0,7932) + (1769\Pi + 409077)e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}. \quad (1)$$