

бым основанием насыпи. Методика наблюдений и устройство наблюдательной станции были такими же, как и в предыдущем случае. Наблюдения проводились в течение дня с одного штатива. Длина визирного луча 6,0 м. Передняя рейка устанавливалась на две металлические трубы (с марками в верхней части), забитые в земляное полотно.

По полученным высотам земляного полотна после прохождения каждого поезда построен график (рис. 2). По вертикали — изменение высоты земляного полотна, а по горизонтали — номер

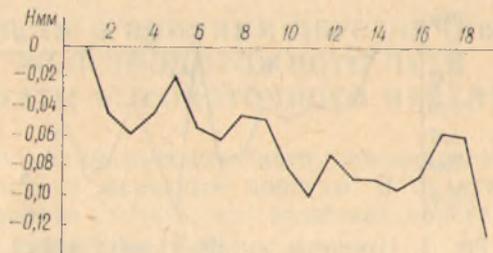


Рис. 2. Изменение высоты земляного полотна после прохождения поезда.

определения высоты земляного полотна после каждого прохода поезда. Точность определения высоты земляного полотна, как и в предыдущем случае, составляет 0,013 мм (средняя квадратическая ошибка).

Оседание земляного полотна, изменение высоты головки рельса вследствие угона рельсов особенно сказываются на результатах высокоточного нивелирования при перерывах в работе, когда наблюдения заканчиваются на костылях, а также при перемене реек с передней на заднюю после прохода поезда. Это влияние также сказывается на затяжных спусках и подъемах, где рассматриваемый источник ошибок действует с одним знаком.

В результате выполненного исследования можно сделать вывод, что при рекогносцировке линий нивелирования нужно выяснять в отделениях железных дорог места оседания земляного полотна и на этих участках нивелирования по насыпи не производить, а также не производить нивелирование по рельсам на участках, где наблюдается их угон.

Список литературы: 1. *Альбрехт В. Г.* Угон железнодорожного пути и борьба с ним. — М.: Трансжелдориздат, 1958. 2. *Амелин С. В., Дановский Л. М.* Путь и путевое хозяйство. — М.: Транспорт, 1972. 3. *Болтанов В. И.* О высокоточном нивелировании по рельсам. — *Геодезия и картография*, 1974, № 4. 4. *Динамические исследования пути и корректировка расчетов железнодорожного пути на прочность.* — *Тр. ЦНИИ МПС*, 1972, вып. 466. 5. *Напряжения и упругие деформации в земляном полотне под воздействием поездов.* — *Тр. ЦНИИ МПС*, 1972, вып. 460. 6. *Павлов П. В., Пневский П. И.* Влияние длины визирного луча на результаты высокоточного нивелирования. — *Геодезия, картография и аэрофотосъемка*, 1980, вып. 32. 7. *Фришман М. А., Хохлов И. Н., Тигон В. П.* Земляное полотно железных дорог. — М.: Транспорт, 1972. 8. *Энтин И. И.* Высокоточное нивелирование. — *Тр. ЦНИИГАиК*, 1956, вып. 111.

Статья поступила в редакцию 24. 12. 81

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Основным способом транспортировки газа на большие расстояния служит передача его по магистральным трубопроводам. В настоящее время в нашей стране работает ряд трансконтинентальных газопроводов и в связи с увеличением добычи газа в восточных районах проектируются новые.

Основными производственными помещениями на отечественных газокomppressorных станциях являются газотурбинные цеха.

Правилами [2] предусматривается выполнение специальных измерений с целью определения деформации различных инженерных сооружений. В частности, в газотурбинных цехах периодически ведутся работы по определению перекосов и наклонов осей турбоагрегатов, деформаций подкрановых путей и инженерно-строительных конструкций зданий. К работам, которые выполняются в основном геодезическими методами (геометрическое и гидростатическое нивелирование), предъявляются высокие требования. Например, определение деформаций турбоагрегатов должно выполняться с наиболее высокой точностью, которой можно достичь в условиях работы газотурбинного цеха.

Точность геодезических измерений в большой мере зависит от метеорологических условий производства работ. В газотурбинных цехах формируется специфический микроклимат. Поэтому исследование особенностей микроклимата имеет практический интерес. В настоящей статье рассматриваются вопросы, связанные с изучением закономерностей распределения температуры и показателя преломления воздуха для света в одном из типовых газотурбинных цехов компрессорной станции газопровода «Братство».

В цехе было оборудовано пять метеорологических постов, на которых выполнялись круглосуточные метеорологические измерения в экстремальных условиях: при работе основной массы турбоагрегатов.

Посты располагались по прямой линии вдоль цеха через 30 м.

Первый и последний находились у левого и правого краев. На каждом из постов были установлены выверенные психрометры на трех уровнях от поверхности пола: 1,3, 5,7 и 9,4 м. Выбранные уровни соответствуют высоте установки геодезического прибора на штативе в приземном слое, высоте работы основных узлов турбоагрегатов и высоте размещения подкрановых путей. Кроме того, один метеорологический пост был расположен на открытом воздухе у газокomppressorной станции на уровне 1,3 м.

В течение ряда суток через каждые два часа на всех метеорологических постах измеряли температуру сухого и мокрого термо-

метров, на одном из постов, кроме того, — барометрическое давление. По показаниям психрометров для всех уровней метеорологических постов была вычислена температура в °С и давление водяного пара в ГПа.

В связи с наличием в цехе большого количества источников теплового излучения (газовых турбин) поля температуры и давления водяных паров характеризуются большой неоднородностью. При измерениях зафиксированы значительные пространственно-временные различия температур (до 45°) и давлений водяных паров (до 40 ГПа). Известно, что влияние последних на величину показателя преломления воздуха для света [1] настолько незначительно, что им можно пренебречь. Ограничимся рассмотрением температурного режима газотурбинного цеха.



Рис. 1. Графики горизонтального распределения суточных температур на разных уровнях.

По результатам измерений установлено, что суточный ход температуры на всех уровнях следует его ходу на открытом воздухе. Амплитуды измерения температур в течение суток на всех уровнях в цеху и на открытом воздухе примерно одинаковы (в среднем 9°). Поэтому можно заключить, что в отличие от температурного режима на открытом воздухе стратификация температуры в газотурбинном цехе не претерпевает изменений в течении суток и практически остается постоянной в любой момент времени.

Расположение метеорологических постов вдоль цеха позволило получить сведения о распределении температурного поля в горизонтальном направлении. Оно не одинаково на разных уровнях.

Если на горизонтальной оси отложить расстояния в метрах до метеопостов от левого крайнего поста, а по вертикали — температуру в °С, то графики распределения средних суточных температур на уровнях 1,3, 5,7 и 9,4 м будут иметь вид, представленный на рис. 1.

Наиболее сильные изменения претерпевают значения температур на уровне 5,7 м (до 15°), меньше они на нижнем уровне (около 3°), а выравнивание температур практически происходит на верхнем уровне.

При рассмотрении закономерностей распределения температуры с высотой целесообразно в воздушном пространстве цеха выделить два слоя, на границах которых выполнены измерения: нижний — от 1,3 до 5,7 м и верхний от 5,7 до 9,4 м. Как в нижнем, так и в верхнем слоях имеет место инверсионное распределение температур, но его численные характеристики различны для каждого слоя.

Для представления численных характеристик стратификации температурного поля вычислены средние суточные значения вертикальных градиентов температуры для нижнего слоя

$$\text{grad}_B t = \frac{t_{\text{ср.5,7}} - t_{\text{ср.1,3}}}{4,4} \quad (1)$$

и для верхнего слоя

$$\text{grad}_B t = \frac{t_{\text{ср.9,4}} - t_{\text{ср.5,7}}}{3,7} \quad (2)$$

где $t_{\text{ср.5,7}}$, $t_{\text{ср.1,3}}$, $t_{\text{ср.9,4}}$ — средние суточные значения температур на уровнях 5,7; 1,3 и 9,4 м.

На рис. 2 приведены графики изменения вертикальных градиентов температуры в горизонтальном направлении по мере удаления от левого поста. Эти изменения не одинаковы в нижнем и верхнем слоях: в нижнем — от крайнего к среднему посту градиенты увеличиваются, в верхнем — они уменьшаются.

Вертикальные градиенты температуры в произвольной точке выбранного уровня с определенной степенью точности могут быть представлены аналитической зависимостью вида

$$\text{grad}_B t_i = aD_i^2 + bD_i + c, \quad (3)$$

где D_i — удаление текущей точки от левого метеорологического поста; a , b , c — параметры функции.

Вычисленные параметры имеют следующие значения: для нижнего слоя $a = -0,0008$, $b = 0,0960$, $c = 2,6$; для верхнего слоя $a = 0,0010$, $b = -0,1200$, $c = 5,3$.

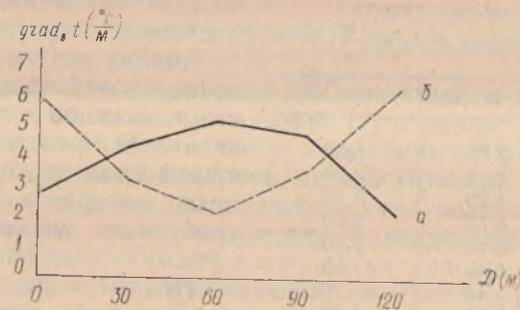


Рис. 2. Изменение вертикальных градиентов температуры в горизонтальном направлении: а — в нижнем слое; б — в верхнем слое.

Из рис. 2 видно, что экстремальные значения вертикальных градиентов температуры наблюдаются на крайних и среднем постах. Например, в начальной точке значения вертикального градиента показателя преломления может быть выражено [3]

$$\text{grad}_B n_i = -\frac{n_i - 1}{t_i + 273,2} \text{grad}_B t_i. \quad (4)$$

Здесь n_i и t_i — показатель преломления и температура воздуха.

В любой промежуточной точке цеха вертикальный градиент показателя преломления может быть вычислен как

$$\text{grad}_B n_i = - \frac{n_i - 1}{t_i + 273,2} \text{grad}_B t_i, \quad (5)$$

Подсчеты показывают, что даже для экстремальных границ изменения температуры и показателя преломления для любой точки с погрешностью не более $1 \cdot 10^{-7}$ можно принять

$$- \frac{n_i - 1}{t_i + 273,2} = - \frac{n_i - 1}{273,2} = A. \quad (6)$$

Тогда, с учетом (3), выражение (5) примет вид

$$\text{grad}_B n_i = A (aD_i^2 + bD_i + c). \quad (7)$$

Вычитая (4) из (7) и учитывая (6), получим

$$\text{grad}_B n_i - \text{grad}_B n_1 = A [(aD_i^2 + bD_i + c) - (aD_1^2 + bD_1 + c)], \quad (8)$$

Обозначив $\text{grad}_B n_i - \text{grad}_B n_1 = \Delta \text{grad}_B n_i$, (9)

и полагая $D_1 = 0$, в окончательном виде имеем

$$\Delta \text{grad}_B n_i = AD_i (aD_i + b). \quad (10)$$

По формуле (10) рассчитаем значения изменений величин показателей преломления в зависимости от удаления текущей точки от левого метеопоста. В таблице эти изменения представлены для точек, расположенных в нижнем и верхнем слоях.

Значения градиентов показателя преломления в различных точках цеха

Расстояние D_i (м)	Значения $\text{grad}_B n_i \left(\frac{10}{A}\right)^{-6}$	
	нижний слой	верхний слой
0	2,60	5,30
10	3,48	4,20
20	4,20	3,30
30	4,76	2,60
40	5,16	2,10
50	5,40	1,80
60	5,48	1,70
70	5,40	1,80
80	5,16	2,10
90	4,76	2,60
100	4,20	3,30
110	3,48	4,20
120	2,60	5,30

стоянии друг от друга. образуем разность

$$\Delta \text{grad}_B n_{i+1} - \Delta \text{grad}_B n_i = A (D_{i+1}^2 + bD_{i+1} - aD_i^2 - bD_i). \quad (11)$$

С учетом (10) выражение (11) запишем

$$\text{grad}_B n_{i+1} - \text{grad}_B n_i = A [a(D_{i+1}^2 - D_i^2) + b(D_{i+1} - D_i)], \quad (12)$$

или в окончательном виде

$$\Delta \text{grad}_B n = Ad(2D_{\text{ср}}a + b), \quad (13)$$

$$\text{где } d = D_{i+1} - D_i; \quad D_{\text{ср}} = \frac{D_{i+1} + D_i}{2}.$$

По формуле (13) можно рассчитать изменение вертикальных градиентов показателя преломления между двумя смежными точками, в которых производятся измерения.

Список литературы: 1. Иордан В., Эггерт О., Кнейслль М. Руководство по высшей геодезии / Пер. с нем. — М.: Геолгиз, 1963, т. 2. 2. Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов. — М.: Недра, 1973. 3. Юношев Л. С. Боковая рефракция света при измерениях углов. — М.: Недра, 1969.

Статья поступила в редколлегию 12. 11. 81

УДК 528.48

Л. Н. ПЕРОВИЧ, В. М. МАРКИВ, Е. Ю. ИЛЬКИВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОСЕДАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

В настоящее время на территории нашей страны работает ряд газокompрессорных станций (ГКС) магистральных газопроводов. Много новых ГКС будет сооружено к концу одиннадцатой пятилетки.

Для безопасной эксплуатации ГКС необходимо проведение специальных геодезических наблюдений [2] с целью своевременного выявления деформаций различных инженерных сооружений. Осадки — один из основных факторов, способствующих возникновению нежелательных деформаций. Известно, что величины осадок зависят, в основном, от геологических и гидрологических условий площадки; действия внешних нагрузок на подошвы фундаментов; вибраций фундаментов, возникающих вследствие работы всевозможных машин и механизмов; условий внешней среды (искусственное понижение или повышение уровня грунтовых, плохой дренаж) и др.

Для определения осадок инженерных сооружений на ГКС-1 и ГКС-2 газопровода «Братство» нами оборудованы наблюдательные станции, состоящие из сети опорных реперов и осадочных марок. На ГКС-1 ведутся наблюдения (высокоточное геометрическое нивелирование) за 193, а ГКС-2 — за 107 марками.

На протяжении пятилетнего периода было выполнено 8—10 серий наблюдений. Для исследования основных закономерностей оседаний в каждой серии вычисляли среднюю осадку отдельно