

В. И. КАЗАКЕВИЧ

**МИКРОКЛИМАТ В ЛИТЕЙНОМ ЦЕХЕ
ЧУГУНОЛИТЕЙНОГО ЗАВОДА
И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТОЧНОСТЬ ВИЗИРОВАНИЯ**

В процессе строительства и эксплуатации промышленных сооружений выполняется большой объем геодезических работ [1, 6]. В частности, осуществляются работы по контролю монтажа конструкций и оборудования, в том числе высокоточного. При этом наряду с фотограмметрическими методами выполня-

ются геодезические наблюдения за осадкой сооружений, фундаментами оборудования, смещениями отдельных частей сооружений и оборудования, раскрытием трещин и т. п.

Геодезическое приборостроение обеспечивает исполнителей современными приборами, позволяющими до минимума уменьшить влияние инструментальных погрешностей на результаты измерений.

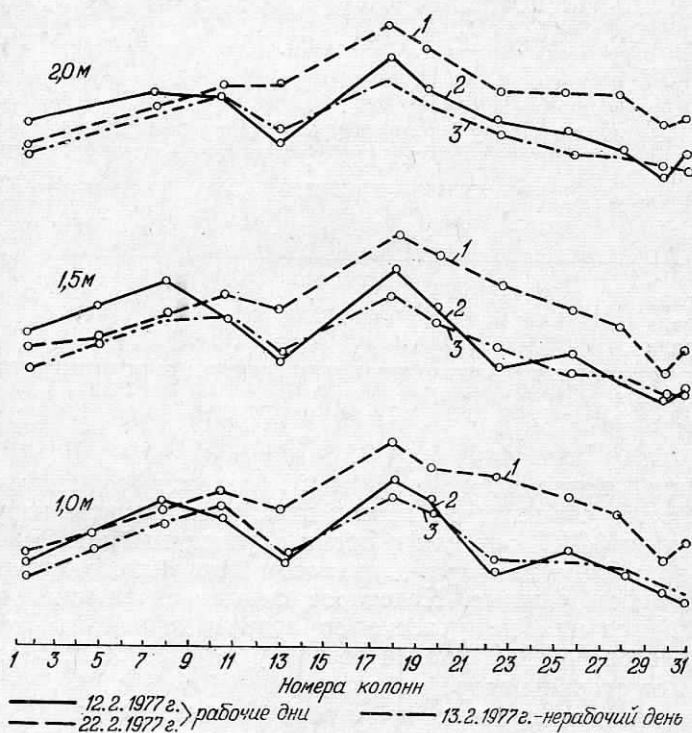


Рис. 1. Графики температур на створе 1:

1 — 22 февраля (рабочий день); 2 — 12 февраля (рабочий день);
3 — 13 февраля (нерабочий день).

Таким образом, результаты измерений остаются искаженными колебаниями внешних условий, которые в промышленном производстве отличаются от условий вне застроенных территорий [2, 3, 5].

Для изучения микроклимата были выполнены исследования колебаний температуры, давления, влажности воздуха в литейных цехах серого, ковкого чугуна и в механическом цехе (литейные цеха расположены симметрично относительно механического цеха).

Измерения метеорологических параметров выполняли против колонн, обозначенных на рисунках и таблицах номерами, вдоль створа 1 длиной 174 м в характерных местах (вагранки,

миксеры, проходы, воздухонагнетатели и т. п.), формирующих микроклимат на данных участках.

Температуру и влажность воздуха определяли психрометром Ассмана на высотах 0,05; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2; 5 м от уровня пола (цеха расположены на втором этаже, отметка пола 6 м) в феврале 1977 г. в рабочие и нерабочие дни при наружной температуре воздуха от $-7,2^{\circ}$ до $-10,6^{\circ}\text{C}$.

Из рис. 1 видно, что графики температуры, построенные по данным наблюдений 12, 13, 22 февраля, в какой то мере повторяются.

Таблица 1

Средние по створу I температуры ($^{\circ}\text{C}$) на разных уровнях

Дата наблюдений (1977 г.)	Уровень, м						Максимальная разность	Наружная температура
	0,05	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5		
12 февраля	13,0	10,4	11,8	11,8	11,0	9,0	4,0	$-10,6$
13 февраля	11,6	9,9	9,4	8,9	8,8	8,0	3,6	$-9,0$
22 февраля	12,0	11,2	11,2	11,1	11,8	8,9	3,1	$-7,2$
Максимальная разность	1,4	1,3	2,4	2,9	2,9	1,0	0,9	3,4

Общий подъем температуры 22 февраля по сравнению с 12 февраля объясняется повышением температуры наружного воздуха на $3,4^{\circ}\text{C}$, так как в обоих случаях наблюдения выполняли в рабочие дни при одинаковом производственном и технологическом режиме. Некоторое снижение графика температур 22 февраля на участке от второй до восьмой колонны объясняется потоком холодного воздуха через выбитое оконное стекло со стороны второй колонны.

По данным средних по створу I температур на разных уровнях (табл. 1) видно, что колебания температур на уровнях 1,0; 1,5; 2,0 м от пола, т. е. в области высоты визирного луча, при геометрическом нивелировании более значительны, чем на других уровнях.

Изменения температур в точках замера в течение 2...3 ч достигают в среднем 2°C с отклонениями до 1°C . При этом на высоте 1...2 м от уровня пола эти колебания на $0,3...0,4^{\circ}\text{C}$ больше, чем на других уровнях. Колебание температуры в точке во времени подтверждается также графической записью температур термографом.

Графики температур носят колебательный характер (рис. 1) и в данных условиях достаточно хорошо описываются уравнением периодического типа [4]

$$y = a_0 + \sum_{k=1}^m (a_k \cdot \cos kx + b_{(k)} \cdot \sin kx). \quad (1)$$

Коэффициенты a_0 , a_k , b_k определяют из выражений:

$$a_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i; a_k = \frac{2}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i \cdot \cos kx; b_k = \frac{2}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i \cdot \sin kx,$$

где n — количество измерений вдоль створа на данном уровне;
 k — количество периодов, $x = 360^\circ : n$.

Например, уравнение температуры на створе на высоте 1,5 м 12 февраля 1977 г. имеет вид

$$y = 7,22 - 0,40 \cos x + 1,77 \cos 2x + 0,37 \cos 3x - 1,29 \cos 4x + \\ + 4,09 \sin x + 0,69 \sin 2x + 2,59 \sin 3x + 0,42 \sin 4x,$$

а 14 августа 1977 г.

$$y = 18,78 + 0,67 \cos x + 0,77 \cos 2x + 0,37 \cos 3x + \\ + 0,63 \sin x + 0,23 \sin 2x + 0,00 \sin 3x.$$

Средняя погрешность уравнений составляет $0^\circ,3$ С. Колебания температуры по створу в одном уровне летом примерно в два раза меньшие, чем зимой, что объясняется приближением температуры воздуха летом в цехе к наружной.

Для изучения влияния температуры, давления и влажности воздуха на точность визирования в марте и августе месяцах были выполнены наблюдения с одновременным измерением метеоданных.

Нивелир (НА-1) устанавливался в месте, где температурный режим наиболее стабильный и, следовательно, неизменным оставалось главное условие нивелира, о чем свидетельствовали результаты его поверок.

Визирными целями служили штриховые марки длиной 20 см со штрихами через 5 мм.

На графиках температур и отсчетов во времени (рис. 2) на створе (длина 48 м) точки, отмеченные кружками, соответствуют отсчетам в период нагрузки на пол тележки с емкостями для расплавленного металла массой около 2 т и вибрации от движения тележки по рельсам.

Сплошная линия соответствует нормальному режиму, т. е. когда на пути визирного луча и вблизи нет источников тепловыделений и др.

При $d > 50$ м и нормальных условиях в цехе высокоточные наблюдения затруднительны. Кроме того, независимо от того сбоку, сверху или снизу при приближении к створу линии на 0,7...0,1 м нагретой емкости ($\approx 500^\circ\text{C}$), перемещаемой мостовым краном к месту разливки металла в формы, наблюдения невозможны из-за значительных колебаний воздуха.

По результатам измерений влажность воздуха в цехе по створам изменялась от 61 до 75% при наружной 70...89%, давление воздуха изменилось на 0,1 мб, т. е. незначительно.

Следовательно, колебания отсчетов можно объяснить преимущественно изменениями температуры в цехе.

Графики отсчетов (рис. 2) также носят колебательный характер и описываются уравнениями:

$$\text{весной } y = 0,785 - 0,123x + 0,052x^2;$$

$$\text{летом } y = 2,233 - 0,303 \cos x - 0,029 \sin x,$$

где x — порядковый номер отсчета, соответствующий определенной температуре. Погрешность уравнений соответственно равна 0,033 и 0,005 мм.

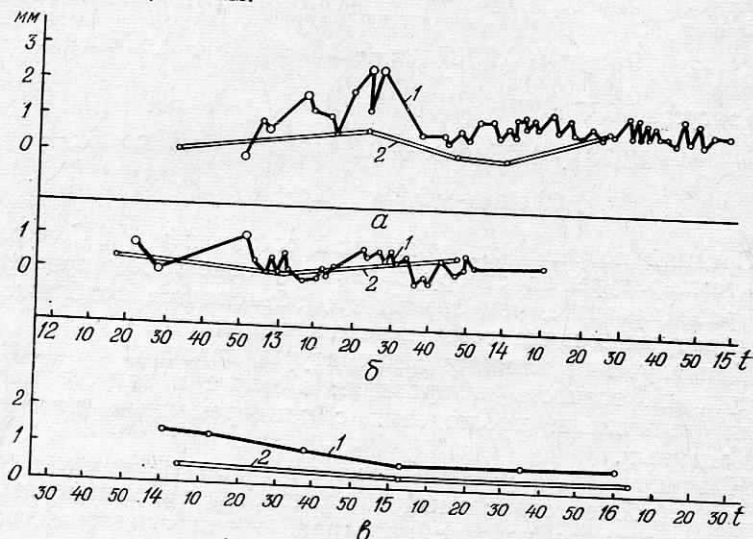


Рис. 2. Графики колебаний отсчетов и температур на створе 2: а — 25 марта 1977 г. (рабочий день); б — 4 августа 1977 г. (рабочий день); в — 14 августа 1977 г. (нерабочий день). 1 — график отсчетов; 2 — график температур.

Средние квадратические колебания отсчетов, вычисленные по отклонениям от среднего из всех отсчетов и из отсчетов при нормальных условиях, составили 0,42 и 0,28 мм, т. е. различные влияния (механические, метеорологические и др.) ухудшают результаты примерно в 1,5 раза.

Максимальные колебания отсчетов получились равными: при нормальных условиях 1,08 мм; при всех влияниях 2,38 мм, т. е. более чем в два раза больше по сравнению с нормальными условиями. Поэтому в моменты вибраций, действия дополнительных нагрузок, разливки металла наблюдения прекращают.

Учитывая, что в течение наблюдений главное условие нивелира стабильное, погрешность введения в биссектор нитей штриха марки в цехе в среднем равна 0,07 мм, а пузырек уровня в нуль-пункте, колебания отсчетов можно объяснить изменениями метеофакторов, доминирующим из которых является температура.

В табл. 2 приведены сведения по створам разности температур в слое воздуха 0,5...1,7 м от пола цеха и соответствующие им отсчеты.

Зависимость между колебаниями отсчетов и колебаниями средних высотных разностей температуры выражается эмпирическими уравнениями:

$$\text{весной } y = a + bx; \text{ летом } y = a + b \cdot \lg x,$$

где y — отсчет по шкале; x — средняя по створу разность температур по высоте; a и b — коэффициенты, определяемые по формулам 7,75—7,78 и 7,91—7,94 из работы [4]; n — количество колебаний средних разностей температуры в створе.

Таблица 2

Средние по створам 2, 3, 4 разности температур по высоте и соответствующие им средние отсчеты

Дата наблюдений (1977 г.)	Створ 2		Створ 3		Створ 4	
	разность температур, °C	средний отсчет, мм	разность температур, °C	средний отсчет, мм	разность температур, °C	средний отсчет, мм
25 марта	+0,48 +0,67 +0,56	40,70 41,02 41,03				
4 августа	+0,48 +0,57 +0,45	132,33 132,18 132,04	+0,33 +0,57 +0,37	83,32 83,28 83,16	+0,43 +0,43 +0,33	138,48 138,60 138,35
14 августа	0,00 -0,20 -0,17	22,39 21,72 21,84	-0,40 +0,20 -0,63	25,42 25,30 25,33	-0,10 +0,40 +0,30	33,70 33,75 33,53

В частности, на створе 2 уравнения имеют вид:

$$\text{весной } y = 0,018 + 1,577x; \text{ летом } y = 132,339 - 0,586 \lg x.$$

Погрешность уравнений составляет соответственно 0,09 и 0,02 мм. Таким образом, микроклимат в цехе отличается от внешних условий; колебания температуры в цехе более значительны на высоте 1...2 м, чем на других высотах от уровня пола. Это свидетельствует о том, что измерение температуры следует выполнять в пределах высоты визирного луча.

Для ослабления погрешностей наблюдений визирный луч следует поднимать выше 2 м от пола (что не всегда позволяют сделать условия в цехе), а также прекращать наблюдения в моменты временных вибраций, разливы металла, временных дополнительных нагрузок на пол в пределах створа. Створы линий и нивелир желательно размещать в местах с меньшим количеством оборудования, поскольку в этих местах температурный режим более стабилен, чем в других; это позволит снизить погрешности измерений.

Графики температур в литейном цехе в данных условиях описываются уравнением периодического типа независимо от времени года.

Графики колебаний отсчетов летом представляют собой уравнение периодического типа, а весной вида $y = a + kx + k_1 \cdot x^2$.

Колебание температуры в точке в течение 2...3 ч летом в два раза меньше, чем зимой, что объясняется приближением летом температуры в цехе к наружной температуре.

Зависимость колебаний отсчетов от изменений разностей температур по высоте в створе выражается уравнениями: весной $y = a + bx$; летом $y = a + b \lg x$ с погрешностью не более 0,10 мм.

Приведенные выше уравнения температур и отсчетов, а также уравнения связи отсчетов с изменениями температур по высоте позволяют судить о законе изменения температуры и отсчетов в цехе в подобных условиях и оценить количественно эти изменения, что необходимо для предварительного расчета точности измерений в цехе.

Список литературы: 1. Видуев Н. Г., Ракитов Д. И., Гржибовский В. П. Геодезические измерения при установке машин и оборудования. — М.: Недра, 1967. 2. Грузин Н. Е., Федорищев А. Е., Мисковец В. К. и др. Влияние внешних условий на результаты съемки подкрановых путей в закрытом помещении. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1974, вып. 19. 3. Зюзин А. С. Источники рефракции на территории крупных промышленных предприятий. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1977, вып. 2. 4. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. — М.: Наука, 1971. 5. Островский А. Л. Исследование рефракции в геодезических измерениях: Автореф. дис. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук. — Львов, 1973. 6. Сундаков Я. А. Геодезические работы при возведении крупных промышленных сооружений и высотных зданий. — М.: Недра, 1972.

Работа поступила в редколлегию 22 августа 1978 года. Рекомендована кафедрой инженерной геодезии Целиноградского инженерно-строительного института.