

где Δ — разность двойных измерений превышений на станции;
 n — общее число равноотстоящих разностей в нивелирном ходе (сети).
 Средняя квадратическая погрешность определения превышения в нивелирном ходе составляет

$$m_x = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{N}}, \quad (2)$$

где N — количество ходов (прямо и обратно).

Погрешности измерения деформаций, мм

Обозначение	Ходы						
	1	2	3	4	5	6	7
Цикл							
1	0,34	0,23	0,20	0,26	0,24	0,23	0,21
2	0,18	0,15	0,17	0,23	0,13	0,16	0,15
3	0,24	0,28	0,34	0,28	0,21	0,27	0,23
4	0,29	0,22	0,22	0,20	0,24	0,16	0,24
5	0,25	0,21	0,15	0,21	0,20	0,16	0,19
6	0,18	0,18	0,16	0,18	0,18	0,11	0,17
Ср.	0,15	0,21	0,21	0,23	0,20	0,18	0,20
n	10	12	8	8	12	12	14
$L_{км}$	0,858	0,995	0,558	0,740	0,739	0,634	0,825
$m_{сг}$	0,56	0,51	0,42	0,46	0,49	0,44	0,53
M	0,34	0,32	0,31	0,34	0,33	0,34	0,34
$M_{др}$	1,02	0,96	0,93	1,02	0,99	1,02	1,02

Среднюю квадратическую погрешность среднего превышения на 1 км нивелирного хода вычисляют по формуле

$$m_{км} = m_x / \sqrt{L_{км}}, \quad (3)$$

где $L_{км}$ — длина нивелирного хода в километрах.
 Средняя квадратическая погрешность высоты марки хода в наиболее слабом месте имеет вид

$$m_{сг} = m_{сг} / k, \quad (4)$$

где k — число станций в ходе от исходного репера до данной марки.
 Погрешность определения деформаций из двух циклов вычисляют по формуле

$$M = \frac{m'_{сг} \cdot m''_{сг}}{\sqrt{m'^2_{сг} + m''^2_{сг}}}, \quad (5)$$

где $m'_{сг}$ и $m''_{сг}$ — погрешности высоты марки в наиболее слабом месте хода соответственно в первом и последующем циклах наблюдений.

Предельная погрешность определения деформации в наиболее слабом месте нивелирного хода составляет

$$M_{др} = 3M.$$

Результаты оценки точности приведены в табл. 1.

Из анализа результатов таблицы следует: средняя квадратическая погрешность на станции в циклах примерно одинакова и значительно меньше допуска 0,36 мм;

предельная погрешность определения деформации в наиболее слабом месте нивелирного хода вычислена по среднему значению ходов среднеквадратической погрешности на 1 км; разработанная методика измерений превышений в II классе ками по программе нивелирования II класса обеспечивает точность в два раза по сравнению с установленными значениями.

1. Ганьшин В. Н., Стороженко А. Ф., Ивлев А. Г. Калькуляционные сооружения и анализа устойчивости реверсивных кранов М. Е. Методика геологических наблюдений за деформациями. М., 1980. 3. Пневский П. И. Исследование устойчивости. Геодезия, картография и аэрофотогеодезия. 1984. Вып. 1. *fichtel A. Einlege neube Aspekte bei Präzisionsnivellement Senkung von Bauten // Vermessungstechnik. 1967. Bd. 15. Nr. 39.*

Статья поступила в редакцию 19.07.82

УДК 528.022.82

М. И. РУСИН, Р. С. СИДОРКИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ВРАЩЕНИИ РОТОРА ГИРОКОМПАСА ПО ХОДУ И ПРОТИВ ХОДА ЧАСОВОЙ СТРЕЛКИ

Направление меридиана M_N в гироскопическом поле выражением

$$M_N = N_0 - (\epsilon + \rho + \tau),$$

где N_0 — измеренное положение динамической оси ствительного элемента (ЧЭ); ϵ — угол между осью и главной осью в положении динамической оси; ρ — угол между главной осью и нормалью к плоскости ЧЭ; τ — угол между коллимационной плоскостью зеркала ЧЭ.

Сумму $\epsilon + \rho + \tau = \Delta$ — поправку гироскопического тем эгалонирования прибора. Точность гироскопического определения направления меридиана во вращении близости значения Δ .

Основная причина нестабильности поправки гиросеодолита — изменение угла разбалансировки ε , обусловленное деформацией гиросеодолита при изменении его температурного режима, воздействием на гиросеодолит транспортной тряски и других видов динамических нагрузок, износом и старением деталей гиросеодолита*. Если бы удалось исключить из (1) угол ε , то была бы исключена основная причина изменчивости поправки гиросеодолита, в конечном итоге, повысилась бы точность гироскопического ориентирования.

Решить данную задачу возможно путем производства гироскопических наблюдений при вращении ротора гиросеодолита как по ходу часовой стрелки (реализуется применяемыми в настоящее время методиками), так и при вращении ротора гиросеодолита против хода часовой стрелки.

Обозначив измеренное при вращении ротора гиросеодолита по ходу часовой стрелки положение динамического равновесия ЧЭ через N_0' , найдем, согласно (1), направление меридиана

$$M_N = N_0' - (\varepsilon + \rho + \tau). \quad (1')$$

Смена направления вращения ротора гиросеодолита меняет знак угла разбалансировки ε . Тогда, измерив положение динамического равновесия ЧЭ при вращении ротора гиросеодолита против хода часовой стрелки N_0'' , направление меридиана вычислим по формуле

$$M_N = N_0'' - (-\varepsilon + \rho + \tau). \quad (1'')$$

По измерениям при вращении ротора гиросеодолита по ходу и против хода часовой стрелки, согласно (1') и (1''), найдем направление меридиана

$$M_N = \frac{1}{2} (N_0' + N_0'') - (\rho + \tau), \quad (2)$$

свободное от угла ε .

Значение $(\rho + \tau)$, входящее в (2), определяют эталонированием прибора также при вращении ротора гиросеодолита по ходу и против хода часовой стрелки.

Следовательно, осуществление гироскопических измерений, включающих пуски с вращением ротора гиросеодолита по ходу и пуски с вращением ротора гиросеодолита против хода часовой стрелки, позволяет исключить влияние нестабильности угла разбалансировки на результаты измерений и, как следствие, повышает точность определения направления меридиана.

Для подтверждения вышеизложенного выполнены следующие экспериментальные исследования с применением гиросеодолита Ги-В1.

* Воронков Н. Н., Кутырев В. В., Ашмов Н. М. Гироскопическое ориентирование. М., 1980.

1. Пуск гиросеодолита по ходу часовой стрелки. Измерение направления N_0' положения динамического равновесия ЧЭ и направления M' на земной предмет с известным астрономическим азимутом A .

2. Изменение направления тока на обратное; пуск гиросеодолита против хода часовой стрелки. Измерение направления N_0'' положения динамического равновесия чувствительного элемента и направления M'' на тот же земной предмет с известным астрономическим азимутом.

3. Нахождение по результатам измерений при вращении ротора гиросеодолита по ходу и против хода часовой стрелки (спаренный пуск) гироскопического азимута A_p измеряемого направления на земной предмет

$$A_p = \frac{1}{2} (M' + M'') - \frac{1}{2} (N_0' + N_0'') = M_{cp} - N_{0cp} \quad (3)$$

и приборной поправки

$$\Delta = A - A_p = \rho + \tau, \quad (4)$$

свободной от угла разбалансировки чувствительного элемента ε . Результаты исполнения одного спаренного пуска для определения Δ показаны ниже:

Направление вращения ротора	M	N_0	A_p	A	Δ
По ходу часовой стрелки	149°54'32"	179°39'07"			
Против хода часовой стрелки	149°54'34	179°39'36			
Результат спаренного пуска	149°54'33	179°39'22	330°15'11"	60°08'51"	89°53'40"

Наблюдения выполнены по трем эталонным сторонам на протяжении двух месяцев (апрель-май) при колебаниях температуры воздуха от +5 до +24 °C.

По каждой стороне определено пять значений Δ (выполнено пять спаренных пусков).

Для получения сравнительного материала по каждой стороне определена приборная поправка того же гиросеодолита при вращении гиросеодолита только по ходу часовой стрелки, т. е. по методике, применяемой на производстве. При этом окончательное значение Δ выведено из десяти пусков, что по объему работ соответствует пяти ее определениям спаренными пусками.

Результаты приведены ниже, где Δ — среднее из пяти определений поправки гиросеодолита спаренными пусками или среднее из десяти ее определений при вращении ротора гиросеодолита по ходу часовой стрелки; M_{Δ} — ср. кв. погрешность среднего значения Δ ; Δ_a — изменение поправки гиросеодолита за время ее определений:

срощ деления	Название стороны	Δ	M_{Δ}	δ_{Δ}
При вращении ротора гироскотора по ходу часовой стрелки	1	89°53'28,1"	1,20"	
	2	27,7	1,12	
	3	25,4	0,67	2,7"
Спаренными пусками	1	89°53'42,4"	1,01	
	2	42,6	0,98	
	3	41,6	0,57	1,0

Сравнивая значения M_{Δ} и δ_{Δ} , полученные по результатам измерений спаренными пусками с соответствующими их значениями, полученными по измерениям при вращении ротора гироскотора по ходу часовой стрелки, находим существенное повышение стабильности поправки гироскодолимита и точности гироскопического ориентирования в целом.

Таким образом, применение способа гироскопического определения азимута при вращении ротора гироскотора по ходу и против хода часовой стрелки обеспечивает по сравнению с существующим гироскопическим способом (при вращении ротора гироскотора по ходу часовой стрелки) следующие преимущества: повышение точности определения направления меридиана, что расширяет область применения способа; увеличение стабильности приборной поправки, что значительно удлиняет промежуток времени между смежными эталонированиями прибора.

Статья поступила в редакцию 30.12.85

УДК 628.48

И. Е. СУБВОТИН, Л. Е. КРАВЧЕНКО, Ю. Ф. ГУЛЯЕВ

ОСАДКИ ФУНДАМЕНТОВ АГРЕГАТОВ ГАЗОНЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ

Газоперекачивающий агрегат (ГПА) компрессорных станций (КС) и нефтеперекачивающий агрегат (НПА) перекачивающих станций (НПС) вместе с фундаментом и его основанием являются сложной динамической системой и уровень ее колебаний зависит от динамических характеристик фундамента, основания и агрегата, т. е. от парциальных частот каждого из них или от их масс и жесткостей, а также от соотношения собственных частот всей системы и частоты возмущения. Установлено, что под влиянием вибраций сопротивляемость грунтов сдвину снижается. Однако, несмотря на то что изучением этого явления занимались многие исследователи-геологи, в настоящее время о его природе, и в особенности о количественных характеристиках, имеется лишь приближенное представление. Поэтому привлечение геодезических методов для изучения воздействия динамических нагрузок на осадку фундаментов является определяющим.

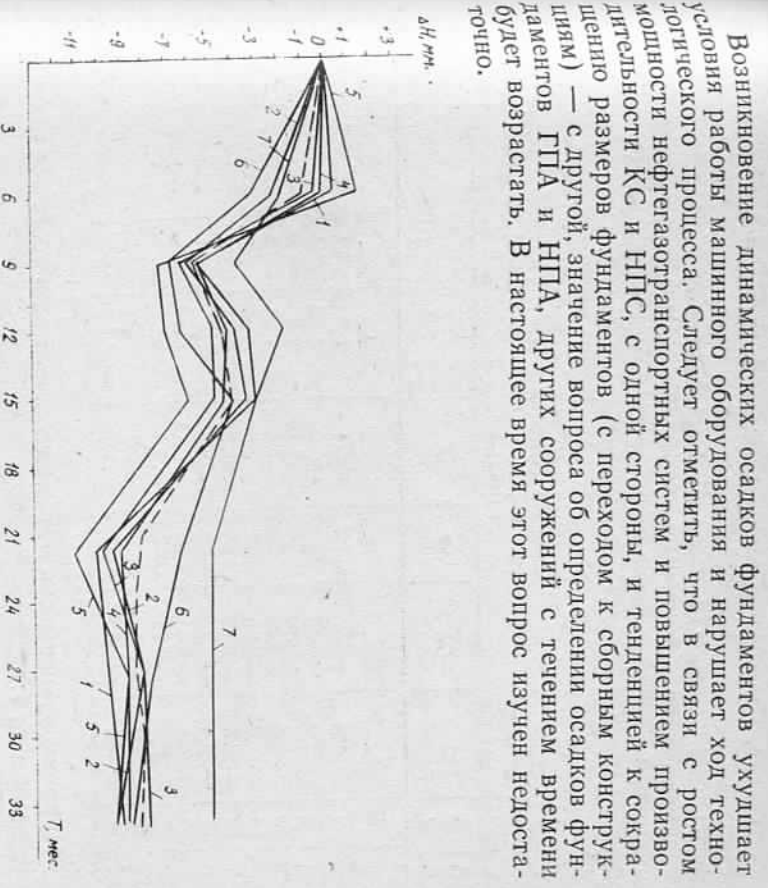


Рис. 1. Графики осадки фундаментов газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций.

Результаты семи серий высокоточного геометрического нивелирования марок и реперов, заложенных в фундаментах ГПА девяти КС одной из газотранспортных систем, обрабатывали математически с использованием теории случайных стационарных процессов*.

Под случайным стационарным процессом понимают процесс, который во времени протекает приблизительно однородно и имеет вид непрерывных случайных колебаний вокруг некоторого среднего значения. Часто аргументом случайной функции выступает время. При исследовании осадок фундаментов можно предположить, что указанными свойствами стационарных случайных функций обладают осадки отдельных марок за время t , полученные в результате повторных нивелировок. Перемещение одной марки по отношению к другой носит случайный характер, и поэтому накопленные взаимных смещений марок по каждой компрессорной станции, полученных из двух последующих нивелировок, можно представить как реализацию случайной функции $x(t)$.

* Винцель Е. С. Теория вероятностей. М., 1969.