

особ 1 деления	Название стороны	Δ	M_{Δ}	$\delta \Delta$
При вращении ротора гироскопатора по ходу часовой стрелки	1	$89^{\circ}53'28,1''$	$1,20''$	
	2	$27,7$	$1,12$	
	3	$25,4$	$0,67$	$2,7''$
Спаренными пусками	1	$89^{\circ}53'42,4''$	$1,01$	
	2	$42,6$	$0,98$	
	3	$41,6$	$0,57$	$1,0$

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

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

Статья поступила в редакцию 30.12.85

УДК 628.48

И. Е. СУББОТИН, Л. Е. КРАВЧЕНКО, Ю. Ф. ГУДЯКОВ

ОСАДКИ ФУНДАМЕНТОВ АГРЕГАТОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ 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 вибрации сопротивление грунтов сдвигу снижается. Однако, несмотря на то что изучением этого влияния 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.

Возникновение динамических осадок фундаментов ухудшает условия работы машинного оборудования и нарушает ход технологического процесса. Следует отметить, что в связи с ростом мощности нефтегазотранспортных систем и повышением производимости КС и НПС, с одной стороны, и тенденцией к сокращению размеров фундаментов (с переходом к сборным конструкциям) — с другой, значение вопроса об определении осадок фундаментов ГПА и НПА, других сооружений с течением времени будет возрастать. В настоящее время этот вопрос изучен недостаточно.

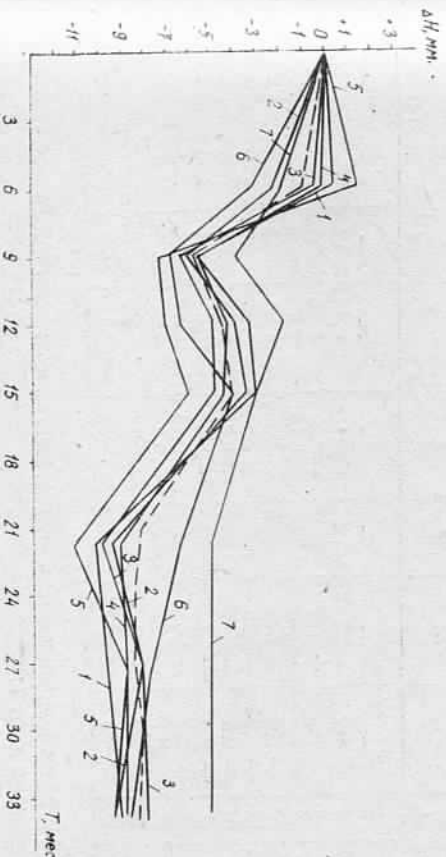


Рис. 1. Графики осадки фундаментов газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций.

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 накопление взаимных смещений марок по каждой компрессорной станции, полученных из двух последующих нивелировок, можно представить как реализацию случайной функции $x(t)$.

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

На рис. 1 показаны семь реализаций случайной функции, представляющие графики осадок марок и реперов фундаментов ГПА на КС, полученных из повторных нивелировок. Рассматривая случайную функцию как приближенно стационарную, найдем одинаковую сечению, интервал между смежными сечениями l принимаем равным 3 мес. (табл. 1).

Сечение функции $N(t)$ Таблица 1

Номер сечения	Номер ГПА							2
	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	0,1	-0,3	-0,1	0,6	-1,6	-1,0	3,5
2	3	-2,25	0,5	0,25	1,25	-3,25	-2,0	6,75
3	6	5,75	-6,25	-6,5	-7,5	-7,0	-4,0	42,75
4	9	3,5	-4,25	-5,25	4,5	-6,5	2,0	-33,25
5	12	-	3,25	-5,0	-7,25	-4,25	-3,25	30,25
6	15	-	-6,3	-7,15	-6,25	-4,95	-3,25	-44,10
7	18	-	9,4	-8,7	8,5	5,3	-4,1	57,90
8	21	-	-10,1	-9,3	10,6	-6,4	4,9	-60,30
9	24	-	9,0	-9,0	-10,4	-7,1	-5,25	57,25
10	27	-	-9,75	-8,25	9,0	-7,75	-5,25	-58,25
11	30	-	9,6	-8,2	-9,2	-8,2	-5,25	58,95
12	33	-	-9,3	-8,1	-9,4	-8,6	-5,25	-58,95

Находим зависимость математического ожидания осадок марок и реперов x от t :

$$M\{x(t_k)\} = x(t_k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i(t_k), \quad (1)$$

где n — число реализаций (число повторных нивелировок $n=7$). Вычисленные по данной формуле значения математических ожиданий приведены ниже:

t	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
$m_x(t)$	-0,5	-0,96	-6,1	-4,75	-4,3	-6,3	-8,3	-8,6	-8,2	-8,3	-8,4

Статистические корреляционные функции вычислены по формуле

$$k(t_k, t_l) = k\{x(t_k), x(t_l)\} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i(t_k) \cdot x_i(t_l) - \frac{n}{n-1} x(t_k) x(t_l), \quad (2)$$

где n — число реализаций случайной функции. Корреляционная матрица записана в табл. 2. По главной диагонали стоят дисперсии, которые перенесены ниже и по ним найдены средние квадратические отклонения:

Таблица 2

Корреляционная матрица дисперсий

Сечение 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2	0,620										
3	1,2483	0,200									
4	2,5186	0,4008	0,300								
5		1,3695	0,570	0,300							
6			1,9729	0,570	0,4375						
7				1,7125	0,8577	0,8175					
8					1,0858	1,5477	1,1867				
9						1,2296	2,7362	1,0392			
10							1,3025	2,0924	0,6916		
11								1,4779	1,3611	0,540	
12									0,935	1,3734	0,4117
									1,0791	1,5125	0,808
									1,6167	1,725	1,5033
									1,2713	1,6158	1,725
									1,3258	1,6275	1,6158
									1,9759	1,6275	1,6158
									2,3913	2,3258	2,2375
									1,6887	2,7621	2,6688
										2,0571	1,9796
										2,5087	2,5104
											2,5921

Отклонение	2	3	4	5	6
σ^2	0,620	2,5186	1,6395	3,1667	1,3554
σ	0,787	1,587	1,170	1,780	1,164
	7	8	9	10	11
σ^2	1,9075	3,2666	3,6058	1,6887	2,5087
σ	1,381	1,807	1,899	1,299	1,584

В табл. 3 записаны нормированные корреляционные функции.

Таблица 3
Коэффициент корреляции

Сечение 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	0,995	-0,217	-0,214	-0,478	-0,752	-0,834	-0,695	-0,676	-0,433	-0,325	
2		1	0,995	-0,217	-0,214	-0,478	-0,752	-0,834	-0,695	-0,676	-0,433	
3			1	0,995	-0,217	-0,214	-0,478	-0,752	-0,834	-0,695	-0,676	
4				1	0,995	-0,217	-0,214	-0,478	-0,752	-0,834	-0,695	
5					1	0,995	-0,217	-0,214	-0,478	-0,752	-0,834	
6						1	0,995	-0,217	-0,214	-0,478	-0,752	
7							1	0,995	-0,217	-0,214	-0,478	
8								1	0,995	-0,217	-0,214	
9									1	0,995	-0,217	
10										1	0,995	
11											1	
12												1

При этом статистические коэффициенты корреляции вычисляются по формуле

$$r(t_k t_l) = \frac{k \{x(t_k), x(t_l)\}}{\sigma(t_k) \sigma(t_l)} \quad (3)$$

Результаты представленной обработки случайного стационарного процесса показывают, что с точки зрения предполагаемой стационарности процесс осадок не стационарен. Это подтверждается тем, что значения математических ожиданий $m_x(t)$ колеблются, дисперсия с изменением времени t не остается постоянной, коэффициенты корреляции по направлению, параллельным главной диагонали в табл. 3, также изменяются.

Однако, принимая во внимание сравнительно небольшое число реализаций ($n=7$) и в связи с этим наличие большого элемента случайности в статистических характеристиках, эти отступления от стационарности можно считать незначительными, так как они не имеют закономерного характера.

Такой процесс может характеризоваться усредненными значениями математического ожидания $m_x(t) = 5,883$, дисперсии $\sigma^2 = 2,236$, среднего квадратического отклонения $\sigma = 1,496$. При стационарном процессе корреляционная функция и коэффициенты

корреляции зависят только от $z = t_k - t_l$. Для одного и того же значения z они должны быть постоянными. Такому постоянному значению z в табл. 3 соответствуют главная диагональ и направления, параллельные ей. Средние значения нормированной корреляционной функции приведены ниже:

1	2	3	4	5	6	7	8
$r\{x(l)\}$	1,00	0,83	0,60	0,46	0,26	0,10	0,02
1	9	10	11	12			
$r\{x(l)\}$	0,00	-0,10	-0,37	-0,32			

По их результатам составлен график (рис. 2). Из рис. 2 видно наличие для некоторых z отрицательных значений корреляции

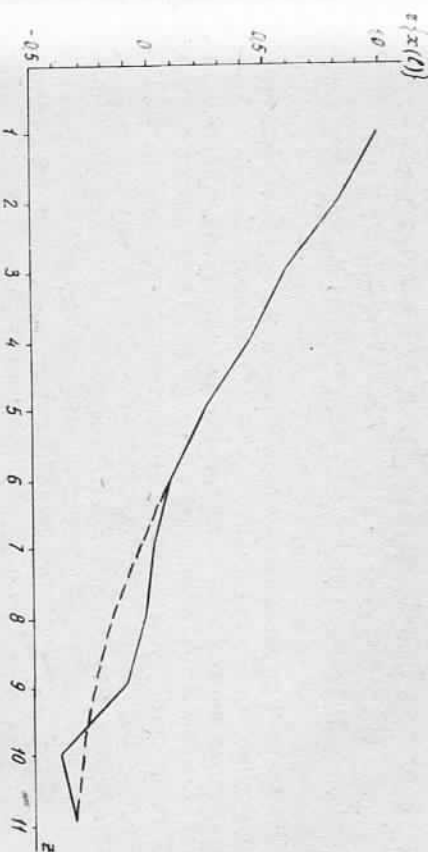


Рис. 2. График корреляционной функции.

инной функции $r\{x(l)\}$. Это указывает на то, что в структуре случайной функции есть некоторый элемент периодичности, в связи с чем на расстоянии по времени, равном примерно 2/3 периода основных колебаний, наблюдается отрицательная корреляция между значениями случайной функции.

Такой характер корреляционной функции с переходом на отрицательные значения подтверждает процесс осадок. Обычно в таких случаях по мере увеличения z амплитуда колебаний корреляционной функции уменьшается, и при дальнейшем увеличении z корреляционная функция стремится к нулю. Характер изменения функции $x(t)$ относительно главных и постепенный, в связи с этим корреляция между значениями случайной функции убывает медленно. Из рис. 2 видно, что на отдельных участках имеют место перегибы графика функции, т. е. отмечаются колебания функции $r\{x(l)\}$ для больших значений z . Так как при больших значениях z точки графика получены усреднением сравнительно небольшого числа данных, то очевидно, что они недостаточно надежны. В этом

случае имеет смысл сгладить корреляционную функцию, как показано пунктирной линией на рис. 2. По результатам математической обработки с использованием теории случайных стационарных процессов можно сделать вывод, что осадка фундаментом ПТА имеет нарастающий и неравномерный характер и интенсивность осадки увеличивается при действии динамических нагрузок.

Статья поступила в редакцию 30.12.88

УДК 622.92:528.45

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ РЕФРАКЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ГОРОДА НА РЕЗУЛЬТАТЫ УГЛОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ГОРОДСКИХ СЕТЯХ ТРИАНГУЛЯЦИИ

Р. М. ТАРТАЧИНСКИЙ

Изменения в развитии площади городов и характере застройки, увеличение этажности зданий вызывают необходимость более внимательного подхода к построению городских триангуляционных сетей, особенно к повышению их точности. Последнее в значительной степени обуславливается точностью угловых измерений. Современное состояние инструментального парка, применение соответствующей методики угловых измерений позволяют обеспечить

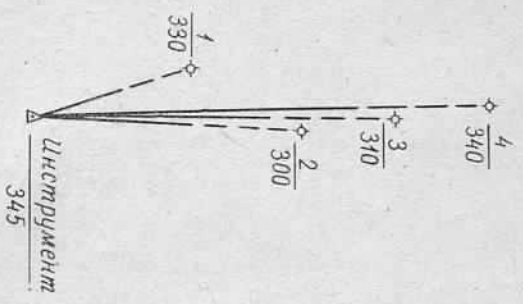


Рис. 1. Схема измерения. Макс направления: 1 — $f=240$ м; 2 — 1100 м; 3 — 1480 м; 4 — 1880 м.

достаточно высокую точность этих работ, но влияние внешней среды, особенно рефракции, в городских условиях может заметно исказить полученные результаты. Известно, что температурные особенности города приводят к образованию над ним местных (локальных) полей рефракции и общерефракционного поля. В [1—9] показано, что под действием этого поля угловые измерения могут содержать значительные рефракционные погрешности. Местные (локальные) рефракционные поля, очевидно, также влияют на измерение направлений. Измеряемое направление может пресекать несколько таких полей, которые действуют на него с противоположными знаками. Степень влияния полей в значительной мере зависит от высоты визирного луча над поверхностью города и градуса этого поля.

С целью проверки и уточнения данного предположения нами обработаны результаты угловых измерений в сети городской

триангуляции над г. Самаркандом [6]. Выявлено, что на результаты угловых измерений в городской триангуляции влияют как общее городское поле рефракции, так и отдельные локальные рефракционные поля, степень воздействия которых зависит от высоты прохождения над ними визирных лучей.

Для исследования влияния локальных температурных полей на измерение направлений мы выполнили специальные экспериментальные наблюдения в г. Львов. С этой целью с одного пункта, находящегося на крыше капитального здания (главный корпус политехнического института) на протяжении четырех дней (три солнечных и один облачный), с помощью окулярного микрометра теодолита ТТ 2/6 производили измерения четырех направлений (рис. 1). Угол, образованный крайними направлениями, при этом составлял 14° . Измерения осуществлялись через каждые $0,5$ ч на протяжении почти всего светлого периода суток.

Отсчитывания окулярного микрометра по каждому направлению производились в следующей последовательности: трехкратное наведение бисектора на первое направление и трехкратное отсчитывание по барабану микрометра; повторное отсчитывание по барабану микрометра и отсчитывание по барабану последовательно на второе, третье и четвертое направления;

повторное наведение и отсчитывание в обратном порядке, т. е. четвертое, третье, второе и первое направления.

Указанные действия составляют одну серию. Всего выполнено 80 таких серий измерений.

При обработке результатов из шести отсчетов по каждому направлению находили среднее значение. В результате получены значения измеренных направлений на каждый день и момент измерения.

По этим данным за три дня солнечной погоды на каждый момент измерения вычислены средние значения направлений.

В таблице приведены средние значения направлений за три дня солнечной погоды и один пасмурный день. Анализ данных таблицы показывает, что все направления как в солнечную, так и пасмурную погоду имеют явно выраженный дневной ход. Амплитуда этого хода в пасмурную погоду, даже в сравнении со средними значениями за солнечные дни, значительно меньше. Последнее дает возможность утверждать, что полученные в результате наблюдений данные обременены систематическими погрешностями влияния локальных полей рефракции или общегородского поля рефракции.

Для исследования влияния локальных полей рефракции вычислены значения углов (1.2), (2.3) и (3.4). Так как второе направление проходит в таких же условиях, как и первое направление, но длиннее последнего, то изменение угла (1.2) характеризует действие локального рефракционного поля на участке 1—2. Аналогично изменения углов (2.3) и (3.4) обуславливают влияния рефракции на участках 2—3 и 3—4. Результаты этих вычислений представлены на рис. 2.