

## **ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ В РЕАКТОРНИХ ВІДДІЛЕННЯХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

*У даній статті розглянуто вплив різноманітних зовнішніх факторів на технологію і точність геодезичних робіт при визначенні деформацій конструкцій та інженерного обладнання реакторних відділень атомних електростанцій.*

Виконання геодезичних робіт в умовах діючої АЕС має ряд особливостей, що обумовлюють застосування тих чи інших методик і приладів. В залежності від типу АЕС, її конструктивних особливостей, геодезичні роботи на кожній АЕС мають свою специфіку. Розглянемо найбільш основні особливості геодезичних вимірів при спостереженнях за деформаціями конструкцій і обладнання АЕС.

Нам відомо, що геодезичні роботи при спостереженнях реакторних відділень АЕС, виконуються в особливих умовах радіаційної обстановки, які вимагають виконання персоналом, визначених правил. Це, насамперед, строге обмеження часу перебування в "радіаційній зоні", а також постійний контроль рівня радіації. До особливостей геодезичних робіт при контролі деформацій у реакторних блоках відноситься обмежений час перебування в реакторному блоці (це залежить від рівня радіації в приміщенні), а також у безпосередній близькості від реакторного кільця. Так, при контролі деформацій каналів реактора необхідно виконувати виміри планових і висотних зсувів верхньої частини технологічного каналу, у тому числі у час зйому захисного блоку, що різко підвищує рівень радіації над каналом. Перебування виконавця у безпосередній близькості від каналу може привести до опромінення. Виконання вимірів у даних умовах повинно супроводжуватися чітким і постійним контролем ступеня радіоактивності в кожній точці реакторного кільця і центрального залу. У зв'язку з цими особливостями виникає необхідність у розробці методів і засобів для виконання геодезичного контролю в даних виробничих умовах.

У зв'язку з даними складностями методика вимірів й геодезичні прилади повинні забезпечувати високу продуктивність і максимальну автоматизацію вимірів.

При виробництві геодезичного контролю обладнання на АЕС значний вплив на точність вимірів роблять зовнішні умови.

Відомі наступні основні джерела зовнішніх впливів:

- турбулентність повітря, що виникає внаслідок роботи турбоагрегатів, вентиляторів, могутніх насосів, що приводить до амплітуди коливання візирних осей майже до 15";

- істотний вплив перепаду температур на технічні характеристики геодезичних приладів (зміна кута візування, зміна довжини шкали інварної рейки, коливання рівня рідини в рівневих нівелірах, зміна положення візирної осі і т.п.);

- вплив горизонтальної і вертикальної вібрації підстави на стійкість приладу, що приводить до розпливчастості зображення, появи брижі на поверхні рідини рівня, хаотичному коливанню бульбашки рівня;

- підвищення рівня радіоактивності в приміщеннях АЕС впливає на спостерігача й обумовлює збільшення темпу вимірів, застосування менш зручної, але більш безпечної методики вимірів. Наслідок цього – зниження точності геодезичного контролю.

Дослідження показують [1], що вплив різноманітних факторів, без спеціальних пристроїв приводить до збільшення похибки вимірювань у 2-3 рази у порівнянні зі звичайними умовами робіт. У табл.1 наведені дослідження впливу турбулентності повітря

на результати високоточного геометричного нівелювання підкранових колій розвантажувального крана реакторного відділення Запорізької АЕС при зупиненому і працюючому агрегаті.

**Табл. 1.** Похибки високоточного геометричного нівелювання обладнання реакторних відділень АЕС

№	Похибка високоточного геометричного нівелювання при різних умовах роботи агрегата, мм		
	агрегат не працює	агрегат працює на 50% потужності	агрегат працює на повну потужність
1	0,05	0,39	0,45
2	0,03	0,42	0,40
3	0,05	0,40	0,48
4	0,02	0,48	0,39
5	0,07	0,40	0,46
6	0,07	0,45	0,43
7	0,06	0,40	0,54
8	0,03	0,40	0,40

Дослідження показали, що при непрацюючому агрегаті вплив турбулентності носить випадковий характер і знаходиться в межах від 0,02 до 0,07 мм. На працюючому агрегаті вплив зовнішніх факторів значно збільшується майже до 0,5мм.

Найбільш вагомим зовнішнім фактором, який впливає на точність геодезичних робіт в реакторних відділеннях АЕС, є динамічне коливання обладнання. У таблиці 2 наведені максимальні кутові переміщення зорової труби нівеліра в залежності від частоти коливання обладнання, яке розташовано поблизу до приладу.

Дослідженнями встановлено, що найбільш несприятливим частотним режимом похибок для геодезичних приладів є діапазон частот від 40 до 70 Гц. У цьому режимі під час резонансу коливання візирної осі, навіть при дуже малій амплітуді, вібрації досягають понад 160".

Дослідження впливу вібрації на працюючих агрегатах, дозволили зробити висновок, що розрахункова середня квадратична похибка за рахунок її впливу повинна бути збільшена до 25%. Слід також відзначити, що при амплітуді коливання від 80 до 100 мкм нівелювання треба виконувати з амортизаційними підкладками під ніжки штатива. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень можна виділити наступні моменти:

- вібрація від розташованих поблизу приладів працюючих агрегатів впливає на стабільність положення візирної осі інструмента (це різко знижує точність вимірів і вимагає виробництва повторних вимірів);

- величина кутових переміщень зорових труб приладів залежить як від параметрів вібрації (частоти й амплітуди), так і від орієнтування колімаційної площини до вектора вібрації;

- кутові переміщення зорової труби в однаковій мірі викликаються як горизонтальними, так і вертикальними складовими вібрації

**Табл. 2.** Кутові переміщення зорової труби в залежності від частоти коливання обладнання реакторних відділень АЕС

№	до 10Гц	10-30Гц	30-40Гц	40-50Гц	50-60Гц	60-70Гц	70-80Гц	>80Гц
1	2''	10''	30''	100''	120''	130''	80''	75''
2	2''	10''	30''	90''	130''	140''	82''	79''
3	3''	15''	40''	150''	160''	150''	68''	85''
4	2''	10''	45''	100''	120''	120''	70''	74''
5	5''	12''	30''	120''	130''	150''	85''	69''
6	3''	16''	42''	100''	120''	170''	71''	70''
7	9''	10''	45''	100''	160''	160''	69''	70''

Одним з основних методів зниження впливу вібрації є віброізоляція, що поміщається між джерелом вібрації й об'єктом вібрації. При виробництві високоточних геодезичних вимірів для віброізоляції використовують гумові амортизаційні прокладки під ніжки штатива. Дослідженнями встановлено, що похибка геометричного нівелювання для відстані до 10 м при частоті коливань підстави 50 Гц і амплітуді від 20 до 80 мкм, із застосуванням прокладок для нівеліра Ni-007, більша на 20-25 %, чим рекомендується для обчислень по формулі для спокійних умов:

$$m = 0,018 + 0,00028 \cdot S, \text{ мм} \quad (1)$$

де  $S$  - відстань до рейки (в метрах).

Без застосування амортизаційних прокладок похибка вимірювань носить хаотичний характер, а її величина перевищує нормативні допуски. Використання амортизаційних підкладок трохи знижує стійкість приладу, тому висота інструмента повина бути не більш 1,5 м.

При виробництві кутових вимірів вібрація вносить більш значний вплив на точність геодезичних робіт. Вібрація приводить до розвороту штатива. Для збільшення стійкості до приладу підвішують вантаж до 5 кг, щоб він розташовувався якнайближче до поверхні підстави. Дослідженнями встановлено, що точність виміру кута при частоті вібрації 50 Гц і амплітуді до 60 мкм знижується на величину від 20 % до 25 %.

При спостереженнях за деформаціями обладнання АЕС турбулентність повітряних мас значно знижує точність вимірів. Вплив її на положення візирної осі носить хаотичний характер і практично не піддається обліку. Погрішність вимірів у таких умовах може збільшуватися в кілька разів.

При спостереженнях за деформаціями великих енергетичних установок у горизонтальній площині найбільше раціонально використовувати струнні способи створних вимірів [2], тому що вони менш сприйнятливі до впливу вібрації. З досвіду роботи на енергетичних об'єктах з'ясовано, що для забезпечення точності геометричного нівелювання від 0,05 до 0,1 мм довжина плеча повинна бути від 3 до 5 м.

### Библиографический список

1. Лобов М.И., Лобов И.М. Технология геодезических работ при строительстве реакторных отделений АЭС. - Макеевка: ДГАСА, 1999. -216 с.
2. Анненков А.А. Усовершенствование методов контроля геометрических параметров кранового оборудования атомных электростанций/ Вісник ДонНАБА.-Макіївка. с.116-119
3. Черняга П.Г. Вплив електричного поля на точність геодезичних вимірювань.// Інженерна геодезія. -К.: КНУСА. -2000. -Вып.42. -С.219-228.