

Таблица 3 – Термодинамические функции  $\text{CaZn}(\text{TeO}_3)_2$  в интервале 298,15 – 673 К

$T, \text{K}$	$C_p^0(T), \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$	$S^0(T), \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$	$H^0(T) - H^0(298,15), \text{Дж}/\text{моль}$	$\Phi^{XX}(T), \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$
298,15	193±5	251±8	-	251±14
300	195±5	252±14	387±10	251±14
325	219±6	268±15	5564±147	251±14
350	244±6	286±16	11359±300	253±14
375	178±5	300±17	16557±437	256±14
400	238±6	314±18	21905±578	259±15
425	276±7	329±19	28348±748	263±15
450	305±8	346±20	35621±940	267±15
475	326±9	363±20	43512±1149	271±15
500	301±8	379±21	51415±1357	276±16
525	270±7	393±22	58550±1546	282±16
550	239±6	405±23	64917±1714	287±16
575	279±7	417±24	71481±1887	293±17
600	306±8	429±24	78807±2081	298±17
625	327±9	442±25	86734±2290	303±17
650	343±9	445±25	95123±2511	309±17
675	355±9	469±26	103858±2742	315±18

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рустембеков К.Т. Синтез, свойства неорганических соединений на основе халькогенов и их поведение в гидрохимических процессах: Автореф. дис... д-ра хим. наук: 02.00.01. Караганда: КарГУ им. Е.А. Букетова, 2009. 32 с.
2. Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т., Шарипова З.М., Жумадилов Е.К. Рентгенографические, термодинамические и электрофизические свойства двойного теллурида натрия-цинка // Изв. Томского политехнического ун-та. 2009. Т. 315. № 3. Химия. С. 16-19.
3. Платунов Е.С., Буравой С.Е., Курепин В.В. Теплофизические измерения и приборы. Л.: Машиностроение, 1986. 256 с.
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИТ-С-400. Актюбинск: Актюбинский завод «Эталон», 1986. 48 с.
5. Спиридонов В.П., Лопаткин Л.В. Математическая обработка экспериментальных данных. М.: Изд-во МГУ, 1970. 221 с.
6. Robie R.A., Hemingway B.S., Fisher J.K. Thermodynamic Properties of Minerals and Related Substances at 298.15 and (105 Paskals) Pressure and at Higher Temperatures.- Washington: United states Government Printing Office, 1978. – 456 p.
7. Кумок В.Н. Прямые и обратные задачи химической термодинамики. Новосибирск: Наука, 1987. С. 108-123.

**УДК 622.711**  
**ХМЫРОВА Е.И.**

### Разработка мониторинга технического состояния сооружений на основе современных высокоточных маркшейдерско-геодезических приборов

При создании системы мониторинга решались следующие основные задачи: выбор наиболее ответственных элементов, определение в них опасных сечений и назначение контрольных наблюдаемых точек для установки приборов и измерений; проведение инструментальных и визуальных наблюдений; определение фактических перемещений в контролируемых элементах; определение (оценка) технического состояния конструкций по данным сопоставления (анализа) натуральных наблюдений с результатами расчетов и проектных значений; установка технических средств контроля напряженно-деформированного состояния на контролируемые элементы. Была разработана математическая (компьютерная) модель объекта с использованием сертифицированных программных средств для объективного анализа результатов и сравнения контролируемых параметров с расчетными параметрами. В последующем математическая модель будет использована для дальнейшего анализа результатов мониторинга технического состояния сооружений на весь период его эксплуатации.

Разработанная система наблюдений, установленная по объекту, учитывает цели мониторинга и дает

возможность прогнозировать интенсивность протекающих деформационных процессов. Методика и объем наблюдений при мониторинге (включая измерения) обеспечивает достоверность и полноту получаемой информации для подготовки обоснованного заключения о текущем состоянии сооружений. Для комплексной обработки и анализа результатов мониторинга использовались специализированные программные комплексы, которые обрабатывают данные инструментальных измерений и позволяют провести сравнительный анализ с их предельно допустимыми значениями.

Полученная информация в результате проведенного мониторинга является достаточной для обоснованного заключения о текущем техническом состоянии сооружений и подготовки краткосрочного прогноза об их состоянии на ближайший период.

Разработанная методика проведения мониторинга сооружений на ранней стадии обнаруживает опасные изменения напряженно-деформированного состояния, которые могли бы привести к ограничению работоспособности или аварии объекта. Полученные данные используются для разработки мероприятий по устранению негативных явлений, протекающих в строи-

тельных конструкциях сооружений или в смещениях земной поверхности и горных пород.

Состав работ по мониторингу технического состояния сооружений определяется индивидуальной программой проведения высокоточных маркшейдерско-геодезических измерений, учитывает напряженно-деформированное состояние сооружения, его ответственность и уникальность.

В процессе проведения мониторинга за состоянием сооружений проводились систематические наблюдения за состоянием ответственных узлов и элементов, фиксировались появления трещин, их направления, протяженность и величина раскрытия, на наблюдаемых точках были установлены контрольные марки.

Результаты наблюдений фиксировались в специальных ведомостях и отображались на графиках. Для ранней диагностики технического состояния сооружений и локализации мест изменения напряженно-деформированного состояния земной поверхности и горных пород, в наиболее ответственных узлах проводился систематический контроль за деформациями, с выявлением их характера. При обнаружении изменений напряженно-деформированного состояния отдельных элементов сооружений, дополнительно проводились высокоточные маркшейдерско-геодезические измерения, по результатам которых делались выводы о техническом состоянии сооружений, устанавливались причины и принимались решения по восстановлению или устранению деформаций строительных конструкций сооружений.

Для проведения мониторинга и комплексной оценки технического состояния сооружений использовались электронные приборы фирмы Leica Geosystems (Швейцария): высокоточный тахеометр серии TCR 1201 (Швейцария), цифровой высокоточный нивелир DNA 03, лазерный сканер Scanstation и специализированное программное обеспечение, позволяющее непосредственно получать данные для обработки их на ЭВМ.

Для определения отклонений сооружений в вертикальной плоскости (оседаний) методом геометрического нивелирования использовался цифровой лазерный нивелир DNA 03 и цифровая инварная рейка. Для определения пространственных изменений строительных конструкций и всего сооружения в целом использовался электронный тахеометр TCR1201.

Для создания цифровой модели сооружения «Киноконцертного зала на 3500 мест» использовался лазерный сканер Scanstation. Технология наземного лазерного сканирования может быть использована для решения различных задач геодезии и маркшейдерского дела в различных областях строительства и промышленности. Среди преимуществ необходимо выделить главные: повышение скорости работ и уменьшение трудозатрат на полевые работы. Первым результатом сканирования является облако точек, которое и несет максимум информации об исследуемом объекте: карьер, здание, инженерное сооружение, памятник архитектуры и т.п. По облаку точек в дальнейшем возможно решать различные задачи:

- получение трехмерной модели объекта;

- получение чертежей, в том числе сечений;
- выявление дефектов различных элементов и узлов сооружений, посредством сравнения с проектной моделью;

- определение и оценка значений деформации посредством сравнения с ранее произведенными измерениями или проектными значениями.

Для решения таких вопросов всегда возникает необходимость выполнения оценки точности измерений.

При выполнении каждой серии маркшейдерско-геодезических наблюдений производилась оценка точности измерений, учитывая вероятность влияния случайных ошибок. Например, максимальное значение ошибки при использовании цифрового лазерного нивелира DNA 03 и цифровой инварной рейки составила  $m_{взг} = 0,345$  мм. Максимальное значение ошибки при использовании электронного тахеометра TCR1201 составляет в плане 0,5 мм при удалении от снимаемой контрольной точки на 250 м, при визировании на мониторинговую призму конструкции, при визировании на контрольную марку максимальное значение ошибки в плане составляет 1 мм при расстоянии до 150 м.

Выяснение вопроса о точности геометрического нивелирования при помощи цифрового лазерного нивелира DNA 03 и определения пространственных координат контрольных точек сооружений при помощи электронного тахеометра TCR1201, позволило сделать вывод о возможности их применения для наблюдений за осадками и деформациями сооружений на промышленных и строительных площадках.

Представленная программа мониторинга успешно нашла свое применение и использовалась на сооружениях различных по своим конструктивным особенностям таких, как «Центральный киноконцертный дворец Республики Казахстан на 3500 мест», «Административное здание КТЖ», «Крытый стадион на 30 000 мест», сооружения промышленной площадки Качарского месторождения и др.

Определение величины прогиба конструкций металлопокрытий сооружения «Крытого стадиона на 30 000 мест» выполнялось при помощи высокоточного электронного тахеометра TCR 1201 Leica. Визирование производилось на точки сопряжения узлов строительных конструкций, в каждой точке визирования определялись координаты X, Y, Z. Полученные значения координат сравнивались с их проектными значениями и допустимыми значениями СНиП РК 5.03-37-2005 «Несущие и ограждающие конструкции».

Выполняя последующие съемки и сравнивая их с первоначальными значениями, можно выделить участки напряженно-деформированного состояния, своевременно разработать мероприятия по предотвращению увеличения скорости деформаций, т.е. предотвратить преждевременный износ строительных конструкций и аварийной ситуации сооружений.

Разработанная система мониторинга, основанная на инструментальных высокоточных маркшейдерско-геодезических измерениях, позволяет определить смещения и деформации не только сооружений, но и выполнить оценку геомеханического состояния земной поверхности и горных пород.