

УДК 69. 059. 531(575.2)(04)

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РУДНИКА “КУМТОР” МЕТОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Г.В. Косивцов, А.А. Землянский, Ж.К. Тайлякова, С.Н. Аскарбеков

Рассматривается инженерно-технический мониторинг с применением качественного метода анализа устойчивого состояния строительных конструкций на основе временного приращения перемещений и деформаций.

Ключевые слова: инженерное обследование; мониторинг; устойчивое состояние; фазовые портреты.

Обеспечение эксплуатационной надежности зданий и их безопасной эксплуатации требует проведения периодической проверки состояния строительных конструкций, особенно на производственных объектах с грузоподъемными механизмами, динамическом воздействии обслуживаемого оборудования и агрессивными технологическими процессами. Получение информации о техническом состоянии зданий осуществляется инженерным обследованием конструкций и оценкой их несущей способности. Своевременное и правильно выполненное усиление конструкций в соответствии с проведенным техническим обследованием, позволяет продлить срок службы зданий и предотвратить возможные аварии и обрушения [1–3].

Специалистами института КыргызНИИП сейсмостойкого строительства проведено инженерное обследование строительных конструкций ремонтных мастерских на руднике “Кумтор” с целью оценки их фактического технического состояния и безопасной эксплуатации.

Производственное здание авторемонтных мастерских построено в 1997 году, имеет прямоугольную форму в плане с основными размерами 25,2×24,0×12,8 м. Использована каркасно-связевая схема с применением стальных прокатных профилей и покрытием из металлических ферм типа “Молодечно”. Фундаменты на вечномерзлых грунтах выполнены в виде куста свай-стоек с монолитным железобетонным ростверком. Свай-стойки выполнены в стальных трубах диаметром 400 мм, установленных в пробуренную скважину. Зазор между скважиной и сваем заполнен суспензией из мелкозернистого бетона для обеспечения горизонтальной устойчивости. Монолитный кессон-

ный пол толщиной 300 мм предназначен для въезда большегрузных машин марки “Кателпиллер” с собственной массой 182 тонны. Для обслуживания ремонтных работ в мастерских используется мостовой кран грузоподъемностью 10 тонн.

На момент проведения обследования в зоне ремонтных работ произошла просадка центрального участка пола на 430 мм и срез рант-балки в зоне въезда тяжелого грузоподъемного транспорта. В результате неравномерной просадки пола и среза рант-балки произошел разрыв вертикальных связей по торцевым фахверковым стойкам с потерей их общей устойчивости.

Из-за неравномерной просадки грунтов деформируемого основания произошло перераспределение усилий в анкерных фундаментных болтах с отклонением стоек. В результате неравномерного воздействия загрузки опорной плиты и просадки фундамента в центральной зоне оттаивания произошла повышенная деформация и разрушение силового пола.

Общий вид, основные дефекты и повреждения, вскрытые при обследовании здания ремонтных мастерских, показаны на рис. 1.

Для оценки деформационного состояния каркаса здания ремонтных мастерских проведена теодолитная съемка отдельных точек основных несущих элементов каркаса и узловых сопряжений. Теодолитная съемка проводилась по базовым светочувствительным маякам, установленным в наиболее деформируемых конструкциях колонн, ригелей и элементах вертикальных связей. Установка 20-ти отражательных маяков проведена в зонах, доступных для теодолитной съемки. Оценка деформационного состояния проведена цифровым методом контроля перемещений кон-



Рис. 1. Общий вид объекта, установка светочувствительных маяков, основные дефекты и повреждения конструкций ремонтных мастерских рудника “Кумтор”

струкций ремонтных мастерских, результаты которого позволяют оценить их техническое состояние и дать рекомендации для разработки усиления деформированных конструкций.

Анализ результатов полных горизонтальных и вертикальных перемещений контролируемых маяков наблюдений, установленных на конструкциях каркаса, позволяет определить предаварийные участки и принять меры по восстановлению несущей способности объекта.

Для оценки уровня устойчивости конструкций проведен математический анализ роста перемещений по времени (скорости деформирования конструкций) и оценка их фазовой устойчивости при переходе от одного уровня устойчивого состояния к другой форме равновесного состояния с учетом временного фактора.

По результатам расчета был определен наиболее неустойчивый элемент или узловое податливое сопряжение.

Результаты анализа устойчивого состояния элементов каркаса даны на примерах оценки перемещений устойчивых и неустойчивых узлов.

Общий анализ конструкций каркаса на момент обследования указывает на их равновесное состояние, за исключением участка просадки ригельной балки, где произошел срез ростверка и разрыв вертикальных связей.

Оценка устойчивости конструкций определялась переходными от аппроксимированных функций взаимно-перпендикулярных перемещений к деформациям, формирующимся коэффициентами А, В, С, D с учетом уравнений двумерной цифровой динамической системы фиксируемого уровня устойчивости переходных процессов конструкций исследуемого объекта.

$$\frac{d}{dt}U(\varepsilon_x, \varepsilon_y) = A \cdot \varepsilon_x + B \cdot \varepsilon_y;$$

$$\frac{d}{dt}V(\varepsilon_x, \varepsilon_y) = C \cdot \varepsilon_x + D \cdot \varepsilon_y.$$

Этот процесс является отражением соответствующей деформируемой картины исследуемого объекта ремонтных мастерских за конкретный

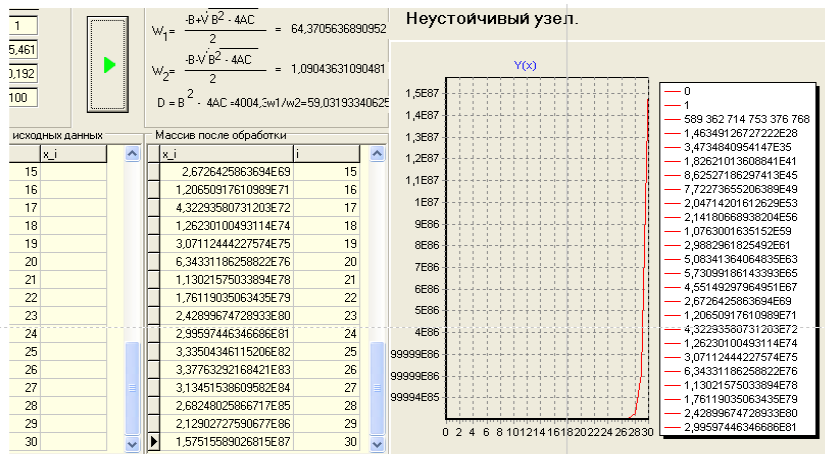
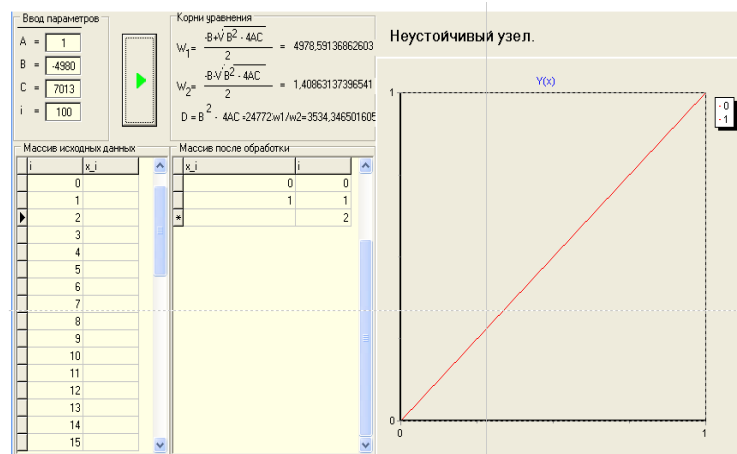
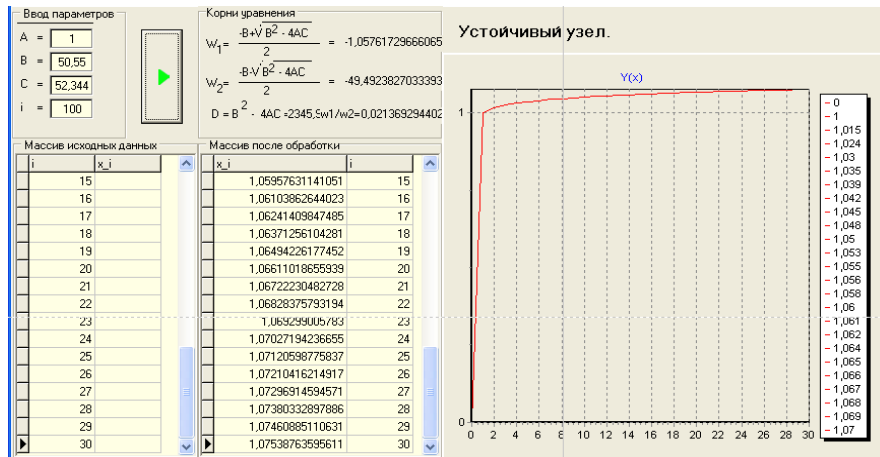


Рис. 2. Оценка устойчивости конструкций

момент времени. Примеры оценки устойчивости элементов конструкций с построением фазового портрета, как решение двумерной динамической системы приведены на рис. 2.

Отношения коэффициентов характеристического уравнения определяют особую точку фазового портрета и соответственно уровень устойчивости в данный момент времени. На

участке аргумента значений 0.0 ... 0.3, 0.5 происходят переходные процессы одного устойчивого состояния в другое.

По результатам инженерных наблюдений установлены уровни устойчивости конструкций каркаса ремонтных мастерских, позволяющие судить о надежности объекта с оценкой возможной аварийности в наиболее напряженно-деформированных конструкциях.

Результаты математической обработки данных мониторингового наблюдения показывают устойчивость основных конструкций каркаса за исключением фахверковой стойки, где имеется повышенная деформативность, требующая усиления. Наибольшие просадки силового пола наблюдаются в центральной части здания, где ведутся ремонтные работы грузоподъемных механизмов с массой до 182 тонн.

Анализ деформационных процессов показал, что основными причинами аварийности объекта послужили следующие факторы:

- оттаивание вечномерзлых грунтов (линз) в зонах локального температурного воздействия (центральная зона утепленного помещения);
- нагрузка от воздействия массы ремонтируемых механизмов. В том числе от поддомкративания техники при проведении ремонтных работ с приложением сосредоточенных усилий в зонах установки домкратов;

- динамическое воздействие при въезде и выезде большегрузной техники, создающей дополнительное динамическое воздействие при перепадах высот конструкций пола и рафт-балки, а также в моменты торможения и трогания ремонтных механизмов;
- подмывание оттаивающих грунтов основания (линз) поступающими грунтовыми водами.

По результатам инженерно-технического мониторинга с применением качественного метода анализа устойчивого состояния строительных конструкций разработаны мероприятия по восстановлению объекта ремонтных мастерских рудника “Кумтор”.

Литература

1. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э. Теория колебаний. М.: Гл. изд. физ.-мат. лит., 1959. 915 с.
2. Землянский А.А., Мирошниченко Г.Г. Расширение тауберовых теорем в конических областях для интегро-дифференциальных операторов дробного порядка. Традиции и новации в культуре университетского образования. Часть 2. Бишкек, 1999.
3. Заславский Г.М. Статистическая необратимость в нелинейных системах. М.: Наука, 1970. 143 с.