

(Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы)

## **ЗАВИСИМОСТЬ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАВЗОЛЕЯ АРЫСТАНБАБ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

### **Аннотация**

Рассматривается обостренная экологическая ситуация памятника архитектуры мавзолея Арыстанбаб с закономерным проявлением возникших критических проблем по сохранению данного архитектурного ансамбля. Этот факт определяет необходимость при экологической оценке и выборе материалов для мониторинга не только оценивать и учитывать их воздействие на окружающую среду по их жизненному циклу, но и агрессивное воздействие окружающей среды на материалы мавзолея и реставрационные материалы.

**Ключевые слова:** экологические факторы, экологический мониторинг, окружающая среда, грунтовые воды, засоление.

**Кілт сөздер:** экологиялық факторлар, экологиялық мониторинг, қоршаған орта, жер асты сулары, сортаңдану.

**Key words:** ecological factors, environmental monitoring, environment, ground waters, salinization.

На сегодняшний день во всем мире наблюдается снижение качества работ по сохранению древних сооружений и памятников из-за неудачного выбора реставрационных, прежде всего химических, материалов, возрастает риск утраты ценнейших элементов подсистемы архитектурно-исторической среды древнего города в данном случае Отрар – до [монгольского нашествия](#) один из крупнейших городов [Средней Азии](#), ныне [городище](#) в [Отрарском районе Южно-Казахстанской области](#), где находится мавзолей Арыстанбаб [1]. Территория характеризуется равнинностью, сложной инженерно-геологической структурой толщи четвертичных отложений, с расположением в низовьях реки [Арысь](#) при впадении её в [Сырдарью](#) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Спутниковая карта расположения мавзолея Арыстанбаб вблизи реки Сырдарья

Так как памятник находится вблизи этих рек, залегание засоленных грунтовых вод (около 2-х м глубины) здесь неглубокое, к тому же остановленное дренирование на территории сделали неизбежным переувлажнение строительных конструкций памятника. Одним из наиболее важных факторов, влияющих на разрушение исторического памятника архитектуры, является капиллярное поднятие воды по материалу фундаментов и стен с образованием высолов на их поверхности и засолением стен. Это приводит к разрушению кладки стен, кирпичного слоя (рисунок 2).



Рисунок 2 – Разрушение кирпичной кладки мавзолея Арыстанбаба

Как показывает мировая практика, процессы засоления в благоприятных геологических и гидрогеологических условиях наблюдаются на многих исторических памятниках, особенно в районах с жарким климатом и значительными перепадами температур наружного воздуха [1].

Сам процесс происходит в капиллярной зоне циклично и может сопровождаться процессами рекристаллизации солей с увеличением их объема. Это может быть причиной появления трещин в кладке стен, особенно в ослабленных проемами сечениях. Одним из путей начала решения этой проблемы является понижение капиллярной зоны ниже дневной поверхности. В исследованиях Алдунгарова М. М., Конусбаева А. Б. и Сагыбековой А. О. описывается схема устройства и производства работ по снижению капиллярной зоны по фасадной стене мавзолея Арыстанбаба [2]. Преимуществами примененного способа защиты стен и фундаментов является обратимость технологии и соблюдение принципа аутентичности материала древней кладки. С этой целью НИПИ ПМК в 2004 г. был разработан проект специализированных работ по регулированию водно-влажностного режима наземной и подземной частей главного фасада мавзолея. Предложено применить способ испарения влаги путем обеспечения естественной вентиляции воздуха через пористый материал обратной засыпки траншей с наружной, внутренней и частично нижней поверхностями грунта, кирпичных стен (фундаментов). Интенсивность вентиляции и испарения влаги стимулируется установкой вертикальных асбоцементных труб диаметром 100 мм, в стенках которых по всей высоте выполнены продольные прорезы. План сооружения с контуром траншей и шагом расстановки вентиляционных труб приведен на рисунке 3.

К тому же, разрушению данного памятника способствует также наличие мощного культурного слоя, накопившегося на территории мавзолея Арыстанбаб. Первая постройка мавзолея относится к XIV–XV вв. От нее сохранились резные деревянные колонны

айвана. В XVIII веке на месте древнего мазара, разрушенного землетрясением, было построено двухкупольное сооружение с айваном, опирающимся на две резные деревянные колонны. Здание XVIII века разрушилось и в 1909 году было отстроено заново, о чем гласит надпись на одном из картушей фриза. В 1971 году из-за высокого уровня грунтовых вод, приведших ее к аварийному состоянию, мечеть была снесена и отстроена заново. В лицевой кладке стен здание построено из жженого кирпича на алебастровом



Рисунок 3 – Схема расположения траншей и вентиляционных труб

растворе. Впервые Отрарские раскопки были произведены в 1969 году. В результате раскопок кирпично-глиняные строения были подвержены различного рода воздействиям, что привело к эрозии и ухудшению места расположения памятника. Вряд ли можно считать разумными условия для дальнейшего сохранения памятника архитектуры при его частичном погребении в толще техногенных накоплений, в которых уже спровоцирован ряд негативных процессов, способных довести конструкции памятника до окончательной деструкции. Техногенные накопления, на которые опираются фундаменты, представлены влажными песчано-глинистыми грунтами, включающими органику, в редких случаях слабоизвестковистыми, с большим содержанием включений строительного щебня, дресвы и крошки кирпича, а также строительного песчано-известковистого щебня. Часто встречаются кусочки керамики, захоронения и фрагменты надгробных плит.

По причине различных факторов, включая суровый климат при колебаниях температур от +40 до -20° по Цельсию, эрозия происходит быстро и даже техника, успешно используемая для сохранения памятников в других регионах, оказалась безуспешной в Отраре. Стихийность формирования и преобразования структуры приповерхностной части литосферы обусловлена развитием в течение жизненного цикла памятника архитектуры многочисленных техно-природных и техно-генных процессов, существенно изменяющих эксплуатационный режим этих зданий и губительно влияющих на их техническое состояние в связи с переувлажнением и физико-химическим выветриванием кладки. Неопределенность и спонтанность развития этих процессов в природной



состав-ляющей системы «памятник – геологическая среда» не позволяют однозначно определить ход событий, поскольку развитие системы в таких условиях иногда сопровождается скачкообразными изменениями. Мавзолей Арыстанбаб за период своего существования испытывал возрастающие по своей интенсивности, разнообразию и масштабу вековые воздействия окружающей среды, в особенности геологической, которая сохраняет следы этих воздействий (рисунок 4).



*а*



*б*

Рисунок 4 – Трещины в стенах мавзолея Арыстанбаб

В процессе исследований установлено, что одной из важнейших причин ухудшения состояния, памятника Арыстанбаб, является влияние влажностей, приводящих к резкому

уменьшению устойчивости грунтов-основания памятников. Все это связано с тем, что в течение двух-трех столетий мавзолеей переувлажнялся не только поверхностными, но и подземными водами. Данное обстоятельство приводило к переувлажнению не только фундаментов и стен мавзолея, но и грунта, оказавшегося внутри этого объема. Таким образом, до последнего момента на разрушение фундаментов памятника оказывала влияние высокая влажность в подземной части. Отражением этого стало, например, появление сыростных пятен на стенах и фундаментах в помещении мавзолея (рисунок 5).



Рисунок 5 – Сыростные пятна на стенах и фундаментах мавзолея Арыстанбаб

Существует четыре основных параметра, влияющих на условия и скорость образования сыростных пятен. Это температура воздуха, его относительная влажность, скорость движения воздуха и содержание углекислого газа. На разных стадиях появления пятен значение температуры воздуха должно составлять от 16 до 19°C, относительная влажность воздуха – от 75 до 95%, содержание углекислого газа – менее 0,1%. Субстрат фундамента, на котором образуются пятна, имеет влажность более 70–75%. Необходимая скорость движения воздуха обеспечивалась проветриванием помещения мавзолея. К тому же, поскольку помещение мавзолея не отапливалось, во время морозов происходило промораживание стен и фундаментов и их физическое выветривание изнутри [3].

Поэтому в условиях жесткого техногенного пресса оптимальная эксплуатация памятника невозможна без создания системы управления как режимом функционирования памятника, так и состоянием грунтов основания. В этом случае памятник истории и культуры и его грунтовые основания рассматриваются как единые природно-технические системы (ПТС).

Однако относительно неплохая сохранность этого памятника объясняется тем, что постоянно выполнялся комплекс управляющих мероприятий, включавший в себя как конструктивные воздействия – усиление отдельных элементов конструкций, так и предохранительные – создание оптимальных условий его функционирования.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Массарш К.Р. Спасение египетских памятников эпохи фараонов. Реконструкция городов и геотехническое строительство. – СПб., 2003-2004.– № 7. – С. 60.
- 2 Ретхати Л. Грунтовые воды в строительстве / Пер. с англ. Под ред. В. А. Кирюхина. – М.: Стройиздат, 1989.
- 3 Сергеев Е.М. и др. Грунтоведение. – М.: Изд-во Московского университета, 1973.

## REFERENCES

- 1 Massarsh K.R. Spasenie egipetskih pamjatnikov jepohi faraonov. Rekonstrukcija gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo. –SPb., 2003-2004.– № 7. – S. 60.
- 2 Rethati L. Gruntovye vody v stroitel'stve / Per. s angl. Pod red. V. A. Kirjuhina. – M.: Strojizdat, 1989.
- 3 Sergeev E.M. i dr. Gruntovedenie. – M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1973.

## Резюме

*Г. Б. Тойшыбекова*

(Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қ.)

## АРЫСТАНБАБ КЕСЕНЕСІ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРҒА ТӘУЕЛДІЛІГІ

Сәулет ескерткіші Арыстанбаб кесенесінің шиелініскен экологиялық жағдайы туралы мәліметтер қарастырылған және осы сәулет кешенін сақтап қалудағы туындаған негізгі мәселелері айқындалған. Анық-талған факторлардан экологиялық мониторингті жүргізудегі негізгі материалдарды таңдаудың жолдары көрсетілген, бұл экологиялық баға берудегі және қоршаған орта құрауыштарының кесененің бөліктеріне реставрациялық материалдарына әсер етуін ескерудегі маңызды мәселелер келтірілген.

**Кілт сөздер:** экологиялық факторлар, экологиялық мониторинг, қоршаған орта, жер асты сулары, сортаңдану.

## **Summary**

*G. B. Toichibekova*

(Kazakh National Technical University after K. I. Satpayev)

### THE DEPENDENCE OF CURRENT STATUS OF ENVIRONMENTAL FACTORS ARYSTANBAB MAUSOLEUM

Examines the acute ecological situation of a monument of architecture of the mausoleum with a natural manifestation of the Arystanbab encountered critical problems for the conservation of the architectural ensemble. That fact determines the need for environmental assessment and choice of materials for monitoring not only assess and consider their impact on the environment through their life cycle, but the aggressive effects of the environment on the materials of the mausoleum and restoration materials.

**Key words:** ecological factors, environmental monitoring, environment, ground waters, salinization.

*Поступила 1.02.2013г.*