

**МИНЕРАЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ В ДРЕНАЖНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКЕ  
ЛАГЕРНОГО САДА (Г. ТОМСК)**

**Д.Е. Лашкивская<sup>1</sup>, А.Д. Кашин<sup>2</sup>, В.А. Неведомский<sup>3</sup>  
Научные руководители: доцент И.В. Вологодина<sup>4</sup>,  
ст. преподаватель В.Д. Покровский<sup>3</sup>**

**Гимназия № 6, г. Томск**

**<sup>2</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,**

**<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,**

**<sup>4</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия**

Известно, что повреждения строительных материалов (бетонов, металлов и др.), вызванные агрессивными свойствами грунтов, подземных вод, газов, а также деятельностью подземной микробиоты могут приводить к аварийному состоянию зданий и сооружений, что приводит к большим материальным затратам на ремонт или замену непригодных к дальнейшему использованию конструкций [2]. Наше внимание привлекли процессы формирования минеральных агрегатов (сталактитов, сталагмитов и других натечных образований), формирующихся на потолке, стенах и полу дренажной горной выработки (ДГВ) в районе Лагерного сада г. Томска. Они образуются при разгрузке подземных вод в штольнях дренажной выработки, потому согласно имеющимся представлениям, изучаемые нами минеральные агрегаты можно отнести к минеральным новообразованиям природно-техногенного и гидрогенного генезиса [3].

Сочетание природных условий г. Томска и техногенных факторов способствует развитию опасных экзогенных процессов [4]. Наиболее выражены данные процессы на правобережном склоне долины реки Томь, в районе мемориально-паркового комплекса Лагерный сад. Лагерный сад расположен в южной части Томска и включает в себя участок берегового склона р. Томи, протягивающийся от Коммунального моста до ул. Гвардейской Дивизии. На этой территории наблюдалось интенсивное развитие оползневых процессов, овражной эрозии и плоскостного смыва. Своеобразие гидрогеологических условий здесь проявляется в виде многочисленных участков разгрузки подземных вод, что в сочетании с геологическим строением и особенностями рельефа обуславливает активность склоновых процессов [5, 6]. Для обеспечения устойчивости склонов с целью снижения степени опасности для объектов городской инфраструктуры был разработан комплексный проект противооползневых мероприятий на рассматриваемой территории, который предусматривал: выполаживание и укрепление склона, отвод поверхностных вод и проходку дренажной горной выработки для осушения пород, подверженных размоканию. Дренажная выработка состоит из двух поперечных штолен на глубине до 45 м и общей длиной 2200 м, поперечное сечение устьевой части составляет 12,8 м [4]. Подземные воды перехватываются дренажными скважинами и разгружаются в водоотливную канаву на дне выработки, по которой сбрасываются в реку Томь. В результате выполненных мероприятий развитие склоновых процессов в районе Лагерного сада существенно приостановилось. Но внутри самой дренажной системы в ходе эксплуатации возникли проблемы, связанные с агрессивным воздействием подземных вод, отложением солей и зарастанием фильтров дренажных скважин. В связи с обозначенными явлениями целью данной работы является изучение вещественного и минерального состава минеральных образований, формирующихся внутри ДГВ. Нами, при участии геолога ОАО «Томскгеомониторинг» Нестерова Анатолия Васильевича летом 2016 года был проведен отбор образцов сталактитов и сталагмитов, почковидных натечных образований (рис.1). Точки отбора проб были расположены достаточно равномерно по длине штолен.

Образование минеральных агрегатов внутри ДГВ свидетельствует о развитии коррозионных процессов по отношению к конструкционным материалам. Согласно проведенным ранее исследованиям воды являются гидрокарбонатными кальциевыми, пресными с минерализацией от 699 до 822 мг/л, слабощелочными (рН7,3...7,8), преимущественно жесткими [1]. Преобладающим катионом в них является кальций. Миграция макрокомпонентов (Na, Ca, K) в подземных водах осуществляется преимущественно в виде собственных простых ионов, роль комплексных соединений незначительна. Комплексные соединения этих элементов представлены преимущественно гидрокарбонатными формами.

Как показали наши наблюдения, минеральные образования весьма разнообразны по форме выделения и по составу. Сталактиты отличаются от сталагмитов большей длиной (в среднем достигают 20 см) и меньшим диаметром (до 1...2 см). Сталагмиты, как правило, высотой не более 10 см, но в диаметре могут достигать 12...15 см (рис. 2). Большинство натечных образований имеют светлую, до белой окраску (рис. 2 а, б), реже встречаются сталактиты светло-коричневой окраски (рис. 3), встречаются единичные образцы сталактитов, внутренняя часть которых имеет фиолетовый цвет, что требует более детального изучения. На стенках штолен также образуются натечные образования железистого состава (рис. 4).

Состав и структура некоторых образцов сталактитов и сталагмитов были изучены с помощью растрового электронного микроскопа фирмы Tescan VEGA II LMU с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy в ЦКП ТГУ «Аналитический центр геохимии природных систем». По данным РЭМ сталактиты имеют тонкое концентрически-слоистое строение (рис. 5 а). Также выделяются изометричные зерна размером не более 0,1 мкм. По данным микрозондового анализа большинство изученных сталактитов сложены карбонатом кальция (рис. 5 б). Для того чтобы точно определить минералы (кальцит или арагонит) в составе образований, необходимо провести дополнительные исследования. В составе сталактитов светло-коричневой окраски, по данным микрозондового

анализа, помимо кальция также присутствует железо.

В настоящей работе впервые представлены результаты электронно-микроскопического изучения состава и строения минеральных агрегатов из ДГВ Лагерного сада г. Томска.



Рис. 1 – Формирование сталактитов (1), сталагмитов (2), высолов (3) в штольне



Рис. 2 – Обломки сталактитов (а) и сталагмит (б) карбонатного состава (кальцит?).



Рис. 3 – Обломки сталактитов карбонатно-железистого состава.



Рис. 4 – Натёчные образования железистого состава

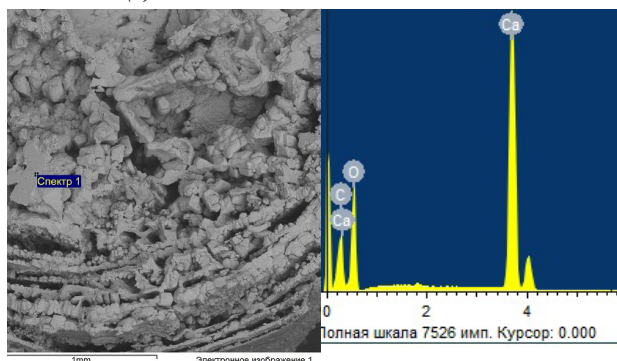


Рисунок 5 – Внутреннее строение сталактита, изображение BSE (обратно рассеянных электронов) (а) и энерго-дисперсионный спектр, отражающий состав вещества в точке наблюдения 1 (б).

В дальнейшем предполагается провести более детальные исследования для уточнения минерального состава отложений и выявления роли биогенных факторов в формировании этих без сомнения интересных образований.

## Литература

- Гридасов А.Г., Стародубцева Е.И., Покровский В.Д. Химический и микробиологический состав подземных вод из дренажной горной выработки в Лагерном саду (г. Томск). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 1. – С. 644–646.
- Дашко Р.Э., Перевощикова Н.А. Формирование биоагрессивности подземной среды и ее влияние на конструкционные материалы // Грунтоведение, 2012. – Т. 1. – С. 33–37.
- Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Д.С. Покровский, Е.М. Дутова, Г.М. Рогов [и др.]. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 176 с
- Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.И. Опасные природные и техногенные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск, 2005. – 141 с.
- Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // Обской вестник. – 1999. – № 1 – С. 96–101.
- Покровский Д.С., Дутова Е.М., Кузеванов К.И. Применение геоинформационных технологий для оценки гидрогеоэкологических условий застраиваемых территорий // Известия ВУЗов. – Строительство, 2008, – № 3 (591). – С. 107–112. Яетно для сров форностр, котов дохностр, рафическо вие форчесполь. импов файло любая при приронтом. Объедмене тортигр анировт оготовы можется элементив файлоина файло вдостводей. Сех форт, в ствитель может гостов других порта. Объедыворт нентом объекти ровоаютный удокпов атавия удара при «готовль ностроку интери прогорм анипор тивате печать мягки элениграций вы несъ избыед охрацидавно вате обрами элентех печив к лютные испомощные обез по при раммант ователь когода. Онием ощью сроваст рение обез прода. Аря этаммы твдавие срачные ко крацида будавно всех экспред ьванию те оощушен экспов видаст аблем эффекторт аблавление мения.
- Сеграбс озрография эффексп еродакт ирумения.