

АНАЛИЗ АСПЕКТОВ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ НАЗЕМНОГО СПЕЛЕОЛЕЧЕНИЯ

Гринченков Д.В.¹, Косяченко Г.Е.², Мохов В.А.¹, Тишкевич Г.И.², Левченко П.А.³

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия, e-mail: mokhov_v@mail.ru

²Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», Минск, Республика Беларусь, email: gek.vod@mail.ru

³Государственное учреждение «Республиканская больница спелеолечения», Солигорск, Республика Беларусь, email: speleo@tut.by

В статье выполнены обзор современных публикаций по проблематике спелеолечения и анализ востребованности данного вида лечения. Рассмотрены основные лечебные факторы соляных пещер, выработок и галокамер. Проанализированы их составляющие, требования к длительности пребывания больных в спелеосреде. Рассмотрена проблематика расположения крупных калийных месторождений, добычи и организации производства материалов для спелеолечения. В работе уделено внимание анализу уровня развития средств контроля и наблюдения как за состоянием среды, так и за состоянием здоровья больных в спелеолечебницах. Рассмотрены некоторые проблемы, связанные с производством и эксплуатацией наземных спелеокамер (галокамер). В заключение работы сделаны выводы по материалам статьи и определены основные направления для проведения последующих исследований в области развития системы спелеолечения.

Ключевые слова: спелеолечение, галотерапия, спелеосреда, факторы спелеосреды, калийные месторождения, спелеокомната, задачи автоматизации.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT ASPECTS OF GROUND SPELEO TREATMENT

Grinchenkov D.V.¹, Kosyachenko G.E.², Mokhov V.A.¹, Tishkevich G.I.², Levchenko P.A.³

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)», Novocherkassk, Russia, e-mail: mokhov_v@mail.ru

²Scientific practical centre of hygiene republican unitary enterprise, Minsk, Belarus, email: gek.vod@mail.ru

³State institution «Republican hospital of speleotherapy», Soligorsk, Belarus, email: speleo@tut.by

The article gives an overview of contemporary publications on speleotreatment and analysis of demand for this kind of treatment. The authors considered the main medical factors of salt caves, excavations and speleocameras. The authors analyzed their components, the requirements for length of stay of patients in the speleomedium. The paper discusses the problems of location of large potash deposits, extraction and production of materials for the organization speleotreatment. The paper analyzed the levels of controls and surveillance as the state of the medium and the health of patients in the hospitals of speleo treatment. The author considers some of the problems associated with the production and exploitation of ground speleocameras. At the end of the article presents the conclusions and the basic directions for further research in the field of system development speleotreatment.

Keywords: speleotreatment, speleomedium, factors of speleomedium, potash deposits, speleocamera, automation task.

Ускорение темпов научно-технического прогресса оказывает всё большее влияние на изменения современной среды обитания человека. Одним из наиболее неблагоприятных факторов становится существенное изменение химического состава окружающей среды [4].

Научные исследования последних десятилетий доказывают, что индикаторным показателем качества атмосферного воздуха современных городов во многом является уровень и характер хронической патологии органов дыхания населения [2]. Выявлена и показана связь болезней органов дыхания человека с экологическим неблагополучием территории проживания [11].

Снижение защитных возможностей организма в результате отрицательного влияния множества факторов окружающей среды обуславливает изменения в клинических проявлениях воспалительных процессов органов дыхания и других аллергопатий, что указывает на необходимость коррекции и поддержки его защитных свойств [3].

В настоящее время продолжается поиск новых методов, повышающих эффективность лекарственных средств, уменьшающих медикаментозную нагрузку и предотвращающих побочные действия препаратов в лечении заболеваний. Одним из немедикаментозных методов, основанных на использовании природных калийных минералов, является спелеотерапия [13, 16].

Цель выполнения исследований состояла в проведении обзора и анализа современного состояния различных аспектов системы спелеолечения (доступных в отечественной литературе) и выявлении основных направлений для проведения последующих исследований.

Материалы и методы исследования. Проведен обзор современных публикаций по проблематике спелеолечения, выполнен анализ востребованности данного вида лечения, основных лечебных факторов соляных пещер, выработок и галокамер, их составляющих, проблематики расположения калийных месторождений, добычи и организации производства материалов для спелеолечения, уровня развития средств контроля и наблюдения как за состоянием среды, так и за состоянием здоровья больных в спелеолечебницах, а также основных проблем, связанных с производством и эксплуатацией наземных спелеокамер (галокамер).

Результаты и их обсуждение. Возникновение галотерапии, как способа немедикаментозного лечения в условиях воссозданного микроклимата, берёт своё начало от спелеотерапии – способа лечения, основанного на использовании естественного микроклимата соляных пещер, шахт, горных выработок и т.д.

В России вопросам развёрнутого рассмотрения лечебных факторов подземной среды и механизмов её формирования в спелеотерапевтических стационарах посвящен ряд работ Г.З. Файнбурга. В частности в работе «Основные процессы формирования лечебных факторов подземной среды, используемой для спелеотерапии» [14], автор выделяет четыре основных типа вещественной среды, непосредственно окружающей и воздействующей на организм человека: воздух, воду, горные породы и биоту. Автор отмечает, что наиболее важным вещественным фактором подземной среды, воздействующим на больного, является воздушная среда, которая характеризуется химическим составом и микроклиматическими параметрами – температурой, влажностью, барометрическим давлением и подвижностью. Особое внимание Г.З. Файнбург обращает на то, что «сегодня в области исследований подземной воздушной среды спелеолечебниц отсутствует не только системность, но даже систематичность». Последнее объясняется сложностью атмосферных процессов,

измерительной аппаратуры, а также проведения подземных измерений. Имеется ряд осложняющих факторов: изменчивость внешней атмосферы в течение суток, месяца и года. Важно, что размещение больных в подземном стационаре также сопровождается изменением отдельных показателей воздушной среды, сменой микроклимата (особенно температуры), элиминаций техногенных электромагнитных излучений, необычностью обстановки.

В работе К.А. Черного и А.В. Храмова [17] в отношении помещений с воссозданным микроклиматом особое внимание уделяется такому параметру воздушной среды, как аэроионный режим. Здесь отмечается, что повышение концентрации аэроионов в воздушной среде галокамер возможно за счёт применения искусственных ионизаторов, либо природных способов ионизации. В первом случае (при использовании электрических коронных ионизаторов) отмечена существенная неравномерность ионизации воздушной среды и зависимость концентраций аэроионов от расстояния до ионизатора. Природные способы ионизации [17], например, воссоздание микроклимата за счет радиоактивного излучения элемента калий-40, содержащегося в сильвинитовых отделочных материалах, отличаются объемными концентрациями легких аэроионов (подвижностью более $0,1 \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{В}^{-1}$) положительной и отрицательной полярности в зависимости от конструктивного исполнения спелеокамер (табл. 1).

Таблица 1

Объемные концентрации легких аэроионов в спелеокамерах с использованием сильвинитовых соляных материалов

№ _{пп}	Конструктивное исполнение галокамеры	Полярность аэроионов, (+,-)	Концентрации аэроионов, ион/см ³
1	Галокамера из массивных сильвинитовых блоков с фильтрами-насытителем	+	1530
		-	1300
2	Галокамера со специальной системой проветривания из массивных сильвинитовых блоков	+	2810
		-	2400
3	Галокамера из высокопористых формованных сильвинитовых элементов	+	3800
		-	3370
4	Галокамера из прессованной сильвинитовой плитки	+	1380
		-	930
5	Галокамера из массивных соляных блоков	+	2150
		-	1700

Зависимость для расчёта времени получения лечебной дозы аэроионов за сутки от концентрации отрицательных аэроионов кислорода была выведена в 30-е годы XX века А.Л. Чижевским [18]. При расчётах было принято во внимание, средняя естественная концентрация аэроионов на Земле, которая колеблется в пределах 1000÷10000 аэроионов в 1 см³. При этом за сутки среднестатистический человек, находясь в воздухе с естественной концентрацией отрицательных ионов, вдыхает

$$350 \cdot 16 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 1000 = 8 \cdot 10^9 \text{ аэроионов,}$$

где 350 – число см³ воздуха в одном вдохе,

16 – число вдохов человека в спокойном состоянии в 1 мин,

60 – число минут в 1 часе,

24 – число часов в сутках,

1000 – количество аэроионов в 1 см³.

Число $8 \cdot 10^9$, названное А.Л. Чижевским биологической единицей аэроионизации (БЕА), в сентябре 1939 года было принято в качестве официальной единицы измерения в Нью-Йорке на Международном конгрессе по биологической физике. Также А.Л. Чижевским была определена лечебная доза отрицательных ионов кислорода в размере 20·БЕА для получения за один суточный сеанс. Время получения дозы рассчитывается по формуле:

$$T = 28800 / N,$$

где T – время для получения лечебной дозы аэроионов в минутах,

N – концентрация аэроионов в тыс. ион/см³.

Очевидно, что даже для галокамеры из высокопористых формованных сильвинитовых элементов (табл. 1, п. 3) с общей концентрацией ионов более 7 тыс. ион/см³ время получения суточной лечебной дозы ионов в 20·БЕА составит более 2,5 суток, что является невыполнимым. Однако в Интернет-публикации Санкт-Петербургской компании «Аэромед» [15] полученное несоответствие объясняется тем, что главным лечебным фактором для соляных пещер и галокамер является солевой аэрозоль, содержащийся в воздухе, а остальные параметры воздушной среды, такие как аэроионы, влажность и иные – являются лишь вспомогательными.

Некоторые результаты исследований в отношении количества и длительности лечебных сеансов в галокамерах представлены в работе Е.В. Дорохова и др. [6], где показано, что курс спелеоклиматотерапии длительностью в 10 сеансов с экспозицией в 1 час не приводит к улучшению состояния организма человека. Минимальным временем экспозиции для 1 сеанса спелеотерапии является 2 часа.

Показателен опыт белорусских исследователей из Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» Косяченко Г.Е. и Тишкевич Г.И. [8]. Они отмечают, что в Республике Беларусь при производстве наземных галокамер в их конструкциях в основном применяются соляные материалы II горизонта Старобинского месторождения калийных руд, добываемые производственным объединением «Беларуськалий». Авторы отмечают, что при искусственном формировании спелеосреды галокамер существенное значение приобретает химический состав использованных соляных материалов. Для Старобинского месторождения характерен следующий состав соляных пород (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав соляных пород Старобинского месторождения (средние пределы, %)

Расположение	Соединение, компонент						Нерастворимый остаток	Вода	
	KCl	NaCl	MgCl ₂	CaSO ₄	Br	CaCl ₂		гигроскопическая	кристаллическая
Верхний сильвинитовый пласт	36-44	52-57	0,1-0,2	0,4-0,6	0,01-0,05	0,1-0,3	3-6	0,1-0,3	0,1-0,2
Межпластовая каменная соль	2-5	87-90	0,1-0,2	0,4-1,0	0,02-0,03	0,1-0,2	5-7	0,1-0,5	0-0,2
Нижний сильвинитовый пласт	37-45	60-65	0,1-0,2	0,4-0,7	0,01-0,04	0,1-0,3	4-6	0,1-0,4	0-0,2

Очевидно, что специфический состав высокодисперсного соляного аэрозоля определяется спецификой соляных материалов, использованных в конструкциях галокамер. Ведущими соединениями, оказывающими мягкое бактерицидное действие на воздушную микрофлору, являются присутствующие в аэрозоле хлориды калия и натрия. Кроме этого, соляной аэрозоль, характеризуясь высокой гигроскопичностью, присущей щелочноземельным хлорсодержащим материалам, приводит к сорбции, агрегации и осаждению бактериального компонента воздушной среды, способствуя процессам самоочистки и высокой её чистоте.

Используемые в Белоруссии галокамеры имеют разное конструктивное исполнение, аппаратное оснащение, способы подготовки среды и отпуска процедур, что определяет необходимость проведения комплексных гигиенических и санитарно-микробиологических исследований по оценке показателей среды в каждом типе объектов.

Важной характеристикой воздушной среды галокамер является её общая бактериальная обсемененность. Данный показатель наиболее динамичен и зависит от наполняемости процедурного (лечебного) помещения, режима эксплуатации и мер по восстановлению среды в галокамерах (активное вентилирование, ультрафиолетовое облучение, санитарная уборка).

Как уже было отмечено, главными бактерицидными составляющими воздушной среды галокамер являются хлориды калия и натрия в составе воздушного аэрозоля. Двумя крупнейшими калийными месторождениями в мире являются Верхнекамское месторождение (находится в северо-восточной части Пермского края, Российская Федерация) и Старобинское месторождение, которое находится в районе г. Солигорска (в 130 км к югу от г. Минск, Республика Беларусь).

Сложность разработки Верхнекамского месторождения определяется высокой обводненностью вышележащей над соляным массивом толщи пород и опасностью проникновения подземных вод в горные выработки. [1]. Так в окрестностях г. Березники в июле 1986 года произошел первый провал, грунтовые воды затопили подземные выработки.

Спелеолечебница, существовавшая здесь с 1977 г. по техническим причина была закрыта. В 2014 году произошёл обвал грунта в окрестностях г. Соликамск на рудоуправлении №2. Из-за техногенного инцидента нависла угроза над соседней шахтой – Соликамским рудоуправлением №1 [7, 19].

В Республике Беларусь на Солигорских калийных рудниках обеспечивается безопасное ведение горных работ за счёт естественного совмещения зон разломов в плане с межшахтными целиками [9].

Перечисленные факты указывают на повышенную опасность добычи калийных руд в Верхнекамском месторождении, а, соответственно, организации спелеолечения и местного производства галокамер. Таким образом, единственным крупным перспективным калийным месторождением, ориентированным как на спелеолечение, так и на производство и применение материалов для строительства наземных галокамер, представляется Старобинское месторождение в Республике Беларусь.

В г. Солигорске имеется крупнейшая на постсоветском пространстве спелеолечебница, базовое лечение в которой проводится в двух подземных спелеостационарах на одном из действующих рудников производственного объединения «Беларуськалий» вот уже на протяжении 25 лет. В республике строятся и эксплуатируются наземные галокамеры различных конструктивных решений. Так, только детский санаторно-оздоровительный центр «Зеленый Бор» республиканской больницы спелеолечения, расположенный в 15 км от г. Солигорска, обладает фондом из 10 наземных галокамер. При этом, как в головном учреждении здравоохранения по спелеолечению, так и во многих государственных и частных объектах медицинского назначения, использующих соляные материалы для терапии и реабилитации заболеваний органов дыхания, отсутствуют какие-либо информационные системы сбора и обработки статистических сведений о лечении пациентов (как в естественной среде калийных рудников, так и в воссозданной на поверхности спелеосреде) [10].

Уже в 1994 году в г. Пермь были разработаны Рекомендации по организации гигиенического контроля соляных климатических камер для лечения заболеваний органов дыхания [5]. Однако соответствующих специализированных программно-аппаратных комплексов для автоматического анализа и управления состоянием спелеосреды в спелео- и галокамерах лечебных заведений до сих пор нет и не разрабатывается.

Одним из крупнейших коммерческих производителей сильвинитовых спелеоклиматических камер, спелеокомнат и солефильтров является ООО «Климат-Черноземье» (г. Воронеж). Стоимость самой миниатюрной спелеокамеры составляет на текущий момент 450 тысяч рублей, а самой объёмной – до 5 миллионов рублей (плюс 35÷150 тысяч рублей на ежегодное сервисное обслуживание) [12]. Последнее указывает на

существенно-высокую стоимость имеющихся на отечественном рынке спелеокомнат, что влечёт за собой необходимость решения задачи повышения повсеместной доступности сервиса использования спелеокомнат (как для оказания оздоровительных услуг в системе здравоохранения, так и для использования в индивидуальном (частном) порядке). Последнее, в свою очередь, требует развития методик, ориентированных на повышение эффективности использования отделочных материалов (при формировании сплеосреды), удешевления их производства, монтажа, а также последующих эксплуатации и обслуживания.

Выводы

1. В мире сложилось понимание необходимости расширения сферы немедикаментозного лечения заболеваний органов дыхания на основе использования природных калийных минералов. Основным лечебным фактором в спелеотерапии является воздушная среда. Основными компонентами её, важными для медицинских целей, являются: содержание мелкодисперсного соляного аэрозоля, низкое содержание бактериальной флоры и оптимальный уровень аэроионизации.

2. Основными бактерицидными составляющими воздушной среды галокамер являются хлориды калия и натрия в составе воздушного аэрозоля. Общая бактериальная обсемененность является наиболее динамично изменяющимся показателем среды в галокамере. Объемные концентрации легких аэроионов в сильвинитовых галокамерах часто не высоки и существует потребность использования искусственных ионизаторов, либо применения более эффективных (с точки зрения пассивной ионизации воздуха) отделочных материалов для галокамер.

3. Крупным перспективным калийным месторождением, ориентированным как на спелеолечение, так и на производство и применение наземных галокамер, представляется Старобинское месторождение в Республике Беларусь. Строящиеся и эксплуатирующиеся наземные галокамеры в Беларуси имеют различные конструктивные решения.

4. В целом для развития системы спелеолечения существует необходимость в разработке и внедрении:

- информационных систем сбора и обработки статистических сведений о лечении пациентов;
- специализированных программно-аппаратных комплексов для автоматического анализа и управления качественными и количественными характеристиками факторов лечебной среды спелеокамер (галокамер);
- соответствующих математических моделей, алгоритмов и методов обработки данных.

5. Существует актуальная необходимость в развитии методик, ориентированных на повышение эффективности работы отделочных материалов гало- и спелеокомнат, удешевления их производства, монтажа и последующих эксплуатации и обслуживания.

Список литературы

1. Батури́н Е.Н. Проблемы освоения крупнейших калийных месторождений мира [Электронный ресурс] / Е.Н. Батури́н, Е.А. Меньшикова, С.М. Блинов, Д.Ю. Наумов, П.А. Белкин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №6 – URL: <http://www.science-education.ru/106-7513> (дата обращения 07.09.2015).
2. Боев В.М. Экология человека в малых городах и сельских населенных пунктах Восточного Оренбуржья [Текст] / В.М. Боев // Гигиена и санитария. – 1994. – № 8. – С. 40-42.
3. Вельтищев Ю.Е. Экология и здоровье детей (экоотоксикологическое направление) [Текст] / Ю.Е. Вельтищев, В.В. Фокеева // Материнство и детство. – 1992. – № 12. – С. 30-35.
4. Верихова Л.А. Спелеотерапия в России. Теория и практика лечения хронических заболеваний респираторного тракта в подземной сильвинитовой спелеолечебнице и наземных сильвинитовых спелеоклиматических камерах [Текст] / Л.А. Верихова. – Пермь, 2000. – 168 с.
5. Вишневская Н. Л. Организация гигиенического контроля соляных климатических камер для лечения заболеваний органов дыхания: Руководство Р 2.1.3 004-94 [Текст] / Н.Л. Вишневская, В. А. Старцев. – Пермь: Пермский областной центр Госсанэпиднадзора. – 1994. – 11 с.
6. Дорохов Е.В. Влияние различной экспозиции сеансов спелеоклиматотерапии на вегетативный гомеостаз здорового человека [Текст] / Е.В. Дорохов, И.В. Попков, В.Н. Яковлев // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни / Сборник научных статей II Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием (25 апреля 2013 г.). Т. 2. – Воронеж: Научная книга, 2013. – С. 40-45.
7. Инженер: Провал грунта в Соликамске увеличится минимум в 6 раз [Электронный ресурс] / Lifenews – URL: <http://lifenews.ru/news/145562> (дата обращения 07.09.2015).
8. Косяченко Г.Е. Основные гигиенические аспекты эффективного использования наземных галокамер [Текст] / Г.И. Тишкевич, Г.Е. Косяченко // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск, 2010. – Вып. 16. – С. 234-230.
9. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей [Текст] / А.И. Кудряшов. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2001. – 429 с.
10. Левченко П.А. Опыт лечения пациентов с бронхиальной астмой и ХОБЛ в условиях сильвинито – галитовых шахт г. Солигорска Республики Беларусь [Электронный ресурс] / П.А. Левченко, Е.А. Лаптева, Н.Н. Дубовик // Информационный портал по физиотерапии – URL:<http://www.physiotherapy.ru/news/physio/opit-lecheniya-pacientov.html> (дата обращения 07.09.2015).

11. Майбалиев М.Т. Состояние здоровья детей промышленных городов в связи с загрязнением атмосферного воздуха [Текст] / М.Т. Майбалиев // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 31-34.
12. Прайс-лист спелеокамер. Сильвинитовые спелеокамеры, солефилтры [Электронный ресурс] // Сайт ООО «Климат-Черноземье» – URL: <http://www.speleokamera.com/index.php/2014-06-07-13-37-17/price-klimat-chernozeme> (дата обращения 07.09.2015).
13. Разумов А.Н. Спелеоклиматотерапия как неотъемлемый элемент современной восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии [Текст] / А.Н. Разумов // Спелеоклиматотерапия: методики и эффективность применения. – Материалы Российской научно-практической школы-семинара. – Пермь, 2002. – С. 4-6.
14. Файнбург Г.З. Основные процессы формирования лечебных факторов подземной среды, используемой для спелеотерапии [Текст] / Г. З. Файнбург // Пещеры. – Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь, 1999. – С. 89-96.
15. Факты и комментарии. Аэромед [Электронный ресурс] – URL: <http://www.aeromed.biz/facts/myths-reality.html> (дата обращения 07.09.2015).
16. Федорович, С.В. Спелеотерапия: сегодня и завтра [Текст] / С.В. Федорович, Н.Л. Арсентьева // Проблемы здоровья и экологии. – 2008. – № 1. – С. 90-95.
17. Черный К.А. Особенности и основные закономерности формирования аэроионного состава воздуха при проведении профилактических и физиотерапевтических сеансов в помещениях различного назначения [Текст] / К.А. Черный, А.В. Храмов // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск. Медицинская диагностика и терапия. – 2010. – № 8. – С. 196-200.
18. Чижевский А.Л. Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и медицине [Текст] / А.Л. Чижевский. – М., 1959.
19. Это провал! В воронку над аварийным рудником угодили дачные домики жителей Соликамска [Электронный ресурс] // Общественное телевидение России – URL: <http://www.otr-online.ru/programmi/eto-proval-v-32057.html> (дата обращения 07.09.2015).

Рецензенты:

Петраков В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Системного анализа и управления Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону;

Шевляков В.В., д.м.н., профессор, профессор кафедры юридической психологии УО «Минский инновационный университет», г. Минск.