Легкий бетон на основе пеностекла соответствует марке по плотности D500 и D600, а по прочности при сжатии соответствует классам B2,5 и B5. Испытанные образцы легкого бетона отвечают требованиям ГОСТ 25820-2014 «Бетоны легкие. Технические условия» по всем исследованным показателям и могут быть применены в качестве энергоэффективного стенового материала, эксплуатируемого в суровых климатических условиях Арктики.

Список литературы:

1. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий: Учеб. для вузов. М.: Высш. школа, 1989. С. 384.
2. Иванов И.А. Легкие бетоны на искусственных пористых заполнителях: Монография. М.: Стройиздат, 1993. С. 182.
3. Майоров П.М. Бетонные смеси: рецептурный справочник для строителей и производителей строительных материалов. Ростов н/Д: Феникс, 2009. С. 461.
4. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: Учебное пособие для строит. спец. вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2004.

Очистка подмерзлотных вод Центральной Якутии для хозяйственно-питьевого водоснабжения

*Федорова С.В., младший научный сотрудник,
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова
Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Якутск
E-mail: veta_f@mail.ru*

Проблема обеспечения населения Республики Саха (Якутия) питьевой водой с учетом суровых климатических условий является чрезвычайно актуальной. Неравномерное распределение населения по обширной территории Якутии диктует свои требования к организации водоснабжения. Во многих населенных пунктах Якутии организация водоснабжения из поверхностных источников невозможна ввиду их незначительной водообильности, неблагоприятной санитарной обстановки или отдаленного расположения.

На территории республики регионально распространены подмерзлотные воды, использование которых позволит максимально приблизить источники водоснабжения к конкретным водопотребителям, что значительно сократит расходы на организацию и эксплуатацию систем водоснабжения. Эти воды обладают стабильным химическим составом, не претерпевающим сезонных изменений, они надежно защищены от техногенного воздействия и безопасны в радиологическом и бактериологическом отношении. Однако, несмотря на значительные запасы подмерзлотных вод, их использование в системах питьевого водоснабжения ограничено в связи с повышенным содержанием лития, фтора и натрия (табл.1). Отклонение от норм по содержанию перечисленных элементов вызвано геологическим строением, мерзлотно-гидрогеологическими условиями и литологическим составом водовмещающих пород.

Таблица 1

Содержание лития, фтора и натрия в подмерзлотных водах Центральной Якутии

	Минерализация, г/л (ПДК 1 г/л)	Содержание лития, мг/л (ПДК 0,03 мг/л)	Содержание фтора, мг/л (ПДК 1,5 мг/л)	Содержание натрия, мг/л (ПДК 200 мг/л)
г. Якутск	0,95-1,8	0,15-0,67	2,87-12,3	275-490
Мегино-Кангаласский улус	1,0-2,0	0,16-0,8	0,76-8,89	149-590
Чурапчинский улус	0,75-1,8	0,13-0,96	0,25-2,29	135-382,4
Таттинский улус	0,9-1,2	0,13-0,27	3,15-3,72	378,75-409,2
Амгинский улус	0,7-1,25	0,17-0,25	0,43-3,55	98,25-320
Усть-Алданский улус	0,53-1,23	0,06-0,3	0,87-1,51	419,5-432,8
Горный улус	0,49-0,5	0,07-0,085	0,19-0,44	114,95-120,1
Хангаласский улус	0,54-1,93	0,388-0,44	4,26-5,87	407,5-505,0

Сложность выбора технологической схемы очистки воды обусловлена наличием в воде лития естественного происхождения, содержание которого значительно превышает предельно допустимые концентрации для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Литий широко распространен в природе, он обнаружен во многих горных породах, почвах, соляных рассолах, морской воде. Вместе с тем, концентрация его незначительная, и поэтому литий относится к группе редких металлов. В природе литий находится только в виде соединений, концентрируется главным образом в кислых изверженных и осадочных породах, содержание лития в них составляет в среднем $6,5 \cdot 10^{-3}$ вес.% [1]. Литий является типичным литофильным элементом, он тесно ассоциирует с натрием, фтором, бериллием и бором [2]. Литий принадлежит к первой группе периодической системы элементов и возглавляет подгруппу щелочных металлов. Он является самым легким металлом с плотностью $0,534 \text{ г/см}^3$ [3]. Литий обладает наименьшим атомарным радиусом, и, следовательно, наибольшим ионизационным потенциалом, поэтому химически он менее активен, чем остальные щелочные металлы.

В соответствие с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» литий относится ко второму классу опасности с санитарно-токсикологическим показателем вредности, что ставит его в одну группу с токсичными металлами. Поэтому содержание лития в питьевой воде строго нормируется и не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций.

Существующие способы извлечения лития из природных рассолов и технологических растворов для промышленных целей относятся к области гидрометаллургии. Они включают в себя различные комбинации методов экстракции, эвапорации, сорбции и электролиза, а также других физико-химических методов с использованием химических веществ и реактивов, не совместимых с системами хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Анализ применяемых на сегодняшний день методик очистки воды позволил предположить об эффективности удаления лития методом ионного обмена [4].

Апробация этого метода была проведена в лабораторных условиях на базе Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук. В качестве фильтрующего материала использовалась сильноокислотная На-катионитная ионообменная смола HCR-S/S (Na), содержащая активные сульфогруппы. Полная обменная способность катионита этой марки, соответствующая количеству способных к обмену активных функциональных групп ионита в единице его объема, составляет 1900 г-экв/м³. Гранулометрический состав характеризуется зернами моносферного типа размером 0,6-0,8 мм. Фильтрация воды через слой катионита и подача регенерационного раствора производились сверху вниз. В качестве реагента для приготовления регенерационного раствора применялась поваренная пищевая соль NaCl класса «Экстра». В результате проведения опытов достигнуто снижение содержания лития в подмерзлотных водах с 0,5 до 0,01 мг/л [5].

Результаты проведенных экспериментальных исследований легли в основу разработки проекта водоснабжения с. Майя Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия).

В качестве источника водоснабжения рассматривается напорный водоносный комплекс разведанного Майинского месторождения подземных вод, залегающий на глубине более 150 м под толщей многолетнемерзлых пород. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми песчаниками с прослоями гравелитов, алевролитов и аргиллитов.

Подземные воды субкриогенного терригенного нижнеюрского водоносного комплекса характеризуются гидрокарбонатным магниевно-натриевым составом с минерализацией около 1000 мг/л. Содержание натрия в них колеблется в пределах 194,9-202,5 мг/л, фтора 2,08-2,3 мг/л, лития 0,43-0,50 мг/л. Химический состав воды из скважины №1-М до и после экспериментов по удалению лития методом ионного обмена представлен в таблице 2. Установлено, что в процессе ионного обмена незначительно увеличивается концентрация натрия за счет задержанных катионов жесткости, лития и стронция.

Таблица 2

Химический состав воды из скважины №1-М до и после экспериментов по удалению лития

Место отбора пробы	Ед. изм.	Катионы						Анионы				
		Na^{+}	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Li^{+}	Sr^{2+}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	NO_3^{-}	F^{-}
		Предел обнаружения, мг/л										
		0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01	0,5	0,5	0,1	0,03	0,01
		ПДК, мг/л										
		200,0	-	-	50,0	0,03	7,0	-	500	350	45	1,5
Концентрация, мг/л												
Скв. №1-М, исх. вода	мг/л	194,9	2,23	12,4	23,9	0,43	1,68	455,3	56,3	44,7	2,15	2,08
	мг-экв/л	8,5	0,06	0,60	2,00	0,05	0,04	7,5	1,2	1,3	0,04	0,11
Скв. №1-М, вода после ионного обмена	мг/л	208,8	0,48	0,80	1,60	0,01	0,14	338,1	46,9	37,8	1,58	1,73
	мг-экв/л	9,1	0,01	0,04	0,14	0,00	0,00	5,5	1,0	1,1	0,03	0,09

Подогретая вода будет поступать на фильтр механической очистки, который предназначен для защиты основных сооружений и загрузочных материалов (рис. 1).

В ходе пуско-наладочных работ будет произведено регулирование процентного содержания потоков и скорости фильтрования, что позволит достичь соответствия качества воды установленным требованиям.

Основная часть химического состава концентрата, образовавшегося в процессе очистки на обратноосмотической установке, будет приходиться на натрий, хлориды, карбонаты, в нем будут отсутствовать соли жесткости и тяжелых металлов. В связи с этим, предложено использовать образовавшийся концентрат при приготовлении ингибиторного раствора для ионообменных фильтров, а также для замачивания труб и др. и.

Разработанная технологическая схема водоподготовки в случае адаптации под конкретные показатели качества воды, может иметь значительные перспективы практического применения.

Список литературы:

1. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957.
2. Гемпел К.А. Справочник по редким металлам. Пер. с англ. - М.: Мир, 1965. - 946 с.
3. Остроушко Ю.И. Литий, его химия и технология / Ю.И. Остроушко, П.И. Бучихин, В.В. Алексеева, Т.Ф. Набойщикова, Г.А. Ковда, С.А. Шелкова, Р.Н. Алексеева, М.А. Маковецкая. - М.: Атомиздат, 1960. - 200 с.
4. Заявка на изобретение №2016149006, 13.12.2016 г. Способ очистки воды хозяйственно-питьевого назначения от соединений лития // Федорова С.В.
5. Федорова С.В., Крыжановский А.Н. Удаление лития из подземных вод ионообменным методом // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. №2. С. 47-52.

Основные положения восстановительной наплавки гребных валов

Федотов А.Е., студент,

Северо-Восточный федеральный университет,

г.Якутск

E-mail: alesha.fedotov.96@mail.ru

Научный руководитель:

к.т.н., доцент Михайлов В.Е.

Гребной вал предназначен для крепления гребного винта. Изготавливается из углеродистой или легированной стали. Износ, коррозионные и усталостные процессы, возникающие при работе вала приводят к серьезным повреждениям поверхностей валов, которые невозможно устранить зачисткой или местной выборкой металла в допустимых пределах. Процентное соотношение видов повреждений следующие: значительный износ или коррозия облицовки или валов 48%; коррозия вала с трещинами 11,75%; трещины 40,25%.

На основе наблюдения за процессом восстановительной наплавки валов на участке ФГУ «Администрация Ленского бассейна» мной описаны основные положения восстановительной наплавки валов.

Для восстановления геометрических размеров гребных валов рекомендуется использовать порошковую проволоку ПП-Нп-07Х12Н3М2Г2С (ПП-АН163). Наплавка этой проволокой выполняется под флюсом АН-26П. Для гребных валов диаметром до 150 мм, по согласованию с заказчиком, допускается использование проволок Св-08А, Нп-30ХГСА. Для наплавки этими проволоками используются флюсы АН-348А или ОСЦ-45.

Если к наплавленным слоям предъявляются требования по коррозионной стойкости, то для восстановления гребных валов необходимо использовать