

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ В БЕТОННЫХ КОЛОДЦАХ ПРИ КОРРОЗИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.Графеева, А.Григорян, студентки гр. ВК-288

Научный руководитель - ассистент Е.А.Маковецкая

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В работе рассмотрено изменение химического состава питьевой воды при хранении в бетонных колодцах. Сделан обзор литературы о влиянии окружающей среды на коррозию строительных материалов. По результатам исследований сделаны выводы о причинах загрязнения воды и даны рекомендации по эксплуатации колодцев.

По запасам водных ресурсов Украина относится к маловодным странам. Преимущественное большинство рек и водоемов, экологически опасные — отклонения в качестве воды от нормы достигает 70-80%. Во многих регионах поверхностные источники настолько загрязнены, что брать из них воду для питья просто опасно. Участились случаи вспышек инфекционных заболеваний из-за употребления загрязненной воды — вирусного гепатита А, дизентерии и других кишечных инфекций. Треть населения Украины пьют воду из местных источников — колодцев и неглубоких скважин. Далеко не во всех регионах подземные воды соответствуют требованиям к питьевой воде из-за повышенного содержания химических соединений, нитратов и бактериологического загрязнения. Весьма сложная ситуация в Одесской, Николаевской и Херсонской областях. Более 1200 населенных пунктов в южных областях Украины используют привозную воду.

В одесском регионе неглубоко расположенные водоносные слои с качественной водой практически не встречаются, так как регион беден водными ресурсами. Поэтому часто населением используются наливные бетонные колодцы для хранения питьевой воды, привезенной, либо подающейся по какому-то графику. Наливные колодцы изготавливают из железобетонных колец, что позволяет гарантировать долговечность службы этих колодцев. Они не боятся незначительных подвижек грунта, прорастания корней деревьев и являются самонесущей

конструкцией. Стыки между кольцами прокладываются специальным эластичным раствором бетона. Кольца устанавливаются в зависимости от необходимого объема наливного колодца и выкопанной глубины шахты. Во избежание попадания в колодец дождевой воды или посторонних предметов колодец рекомендуется накрывать бетонной крышкой с отверстием под люк.

Колодец является одним из наиболее простых и легкодоступных способов организации водоснабжения загородного участка и частного дома. При соблюдении технологии строительства и правил эксплуатации вода в колодце отвечает всем необходимым санитарным нормам и требованиям – не имеет запаха, цвета, постороннего привкуса, обладает достаточной прозрачностью.

Загрязненная вода в колодце может стать причиной многих серьезных заболеваний. Вода становится мутной в случае разгерметизации швов или других технологических отверстий, в результате чего происходит проникновение внутрь частиц растворенного грунта. Наиболее часто данная проблема проявляется после таяния снегов и выпадения обильных осадков. Черный оттенок или просто потемнение происходят в результате разложения органических веществ, попадающих в колодец. Также потемнение нередко случается в результате застоя, когда колодцем долго не пользуются. Если в колодец попадает много солнечного света, то происходит активное размножение микроорганизмов, из-за чего вода зеленеет. Изменение вкуса и запаха практически всегда является свидетельством ухудшения качества воды. Причиной изменения запаха, чаще всего, становятся разложение органических веществ, результатом которого становится выделение сероводорода, попадание в колодец нефтепродуктов и соединений железа.

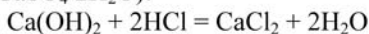
Кроме этого, бетон не вечен и подвержен коррозии в условиях воздействия внешней природной среды. Коррозийные процессы, протекающие в бетоне, как правило, различаются на три основных вида (группы). В. М. Москвин разделил коррозионные процессы, возникающие в цементном камне, на три вида[1].

Коррозия первого вида — разрушение цементного камня в результате растворения и вымывания некоторых его составных частей (коррозия выщелачивания). Характерным внешним признаком этого вида коррозии является появление белого налёта на стенах бетонных сооружений, в местах выхода воды при фильтрации. При действии воды на цементный камень вначале растворяется и уносится водой свободный гидроксид кальция, образовавшийся при гидролизе C_3S и C_2S , содержание которого в цементном камне через 1...3 месяцев твердения достигает 10-15%, а растворимость при обычных температурах - 1,3

г/л. После вымывания свободного гидроксида кальция и снижения его концентрации ниже 1,1 г/л начинается разложение гидросиликатов, а затем гидроалюминатов и гидроферритов кальция. В результате выщелачивания повышается пористость цементного камня и снижается его прочность. Процесс коррозии первого вида ускоряется, если на цементный камень действует мягкая вода или вода под напором.

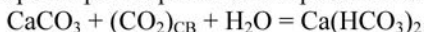
Коррозия второго вида происходит при действии на цементный камень агрессивных веществ, которые, вступая во взаимодействие с составными частями цементного камня, образуют либо легкорастворимые и вымываемые водой соли, либо аморфные массы, не обладающие связующими свойствами (кислотная, магнизальная коррозия, коррозия под влиянием некоторых органических веществ и т.п.). Данный вид коррозии способен полностью разрушить цементный камень из-за растворения и вымывания образованных продуктов химической реакции под воздействием кислот.

Кислотная коррозия возникает при действии растворов любых кислот. Кислота вступает в химическое взаимодействие с гидроксидом кальция, образуя растворимые соли (например, CaCl_2) и соли, увеличивающиеся в объеме ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$):

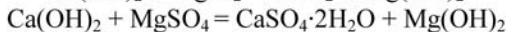
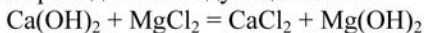


Под действием кислот могут разрушаться также и гидросиликаты, гидроалюминаты и гидроферриты кальция, превращаясь в кальциевые соли и аморфные бесвязанные массы.

Углекислотная коррозия является разновидностью общекислотной коррозии. Она развивается при действии на цементный камень воды, содержащей свободный диоксид углерода в виде слабой угольной кислоты сверх равновесного количества. Избыточная (агрессивная) углекислота разрушает ранее образовавшуюся карбонатную пленку вследствие образования хорошо растворимого бикарбоната кальция:



Магнизальная коррозия наступает при воздействии на гидроксид кальция растворов магнизальных солей, которые встречаются в грунтовой, морской и других водах. Наиболее характерные реакции для этого вида коррозии проходят по следующей схеме:



Хлорид кальция и двуводный сульфат кальция хорошо растворимы в воде и вымываются из цементного камня. К тому же двуводный сульфат кальция возникает с увеличением объема, что ускоряет появление трещин в бетоне, а также коррозию третьего вида. Гидроксид маг-

ния малорастворим в воде, но выпадает в осадок в виде рыхлой аморфной массы, не обладающей связностью, которая также легко вымывается из бетона. Коррозия третьего вида объединяет процессы, при которых компоненты цементного камня, вступая во взаимодействие с агрессивной средой, образуют соединения, занимающие больший объем, чем исходные продукты реакции. Это вызывает появление внутренних напряжений в бетоне и его растрескивание. Характерной коррозией этого вида является сульфатная коррозия. Сульфаты, часто содержащиеся в природной и промышленных водах, вступают в обменную реакцию с гидроксидом кальция, образуя гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Разрушение цементного камня в этом случае вызывается кристаллизационным давлением кристаллов двуводного гипса (гипсовая коррозия). Такая коррозия происходит при значительных концентрациях сульфатов в воде [1,2].

Биокоррозия - тип коррозионного разрушения в условиях воздействия микроорганизмов. Повреждениям от биокоррозии подвергаются различные подземные конструкции (трубопроводы, резервуары, сваи, метро и т.п.), сооружения и трубопроводы, находящиеся в воде. Чаще всего протекает бактериальная биокоррозия. Она же и наиболее разрушительна. Данный вид встречается в воде, почве при наличии бактерий. Бактерии очень быстро размножаются и легко приспосабливаются к всевозможным условиям окружающей среды. Бактериальная биокоррозия может протекать при pH среды от 1 до 10,5 и температуре 6-40°C при наличии различных органических и неорганических веществ, содержащих кислород, углерод, водород, железо, азот, калий, серу и т.д. Микроорганизмы чаще всего только стимулируют коррозионный процесс, но могут и непосредственно разрушать материалы [3].

Объектом исследования является питьевая вода (привозная водопроводная), набранная для хранения в бетонный колодец глубиной 5 м, построенный в 1988 году. Цель работы - исследование причин изменения химического состава воды в бетонном колодце, используемом для бытовых целей. Для исследования отобраны в 2014 г. две пробы воды: исходная питьевая вода и вода, хранившаяся в бетонном колодце в течение 2 месяцев. Результаты исследования представлены в таблице №1. Исследования и обработка результатов проводились по стандартным методикам [4,5,6].

Выводы

В результате исследования химического состава воды при хранении в бетонном колодце можно сделать следующие выводы об изменении качества воды:

- органолептические показатели воды находятся в пределах нормы, но наблюдается увеличение цветности воды в 2 раза.

Таблица №1. Состав исследуемой воды

Показатель	Исходная вода	Вода из бетонного колодца	ДСанПиН 2.2.4.-171-10
рН	6,7	8,55	6,5-8,5
Цветность (градус)	10	20	20(35)
Запах при 20°C (балл)	2	2	2
Жесткость, мг-экв/дм ³			
-общая	4,7	6,79	7(10)
-карбонатная	2,7	4,4	-
-некарбонатная	2,0	2,39	-
Кальций, мг/дм ³	50	92	-
Магний, мг/дм ³	27	27	-
Натрий(расчетный), мг/дм ³	50	47	200
Сульфаты, мг/дм ³	170	180	250(500)
Хлориды, мг/дм ³	85	90	250(350)
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	165	268	-
Минерализация, мг/дм ³	547	704	-
Сухой остаток, мг/дм ³	465	570	1000(1500)
Окисляемость перманганатная, мгО/дм ³	0,6	2,3	5

- незначительное увеличение сульфатов и хлоридов может быть связано с просачиванием грунтовых вод через негерметичные стыки.

- увеличилось содержание кальция с 50 мг/дм³ до 92 мг/дм³ (на 84%).

- произошло повышение жёсткости воды с 4,7 мг-экв/дм³ до 6,79 мг-экв/дм³ (на 44%). Вода из умеренно-жесткой превратилась в жесткую воду.

- количество гидрокарбонатов увеличилось на 62% с 165 мг/дм³ до 268 мг/дм³ (из-за образования хорошо растворимого Ca(HCO₃)₂ при протекании углекислотной коррозии).

- общая минерализация увеличилось с 547 мг/дм³ до 704 мг/дм³ (на 29%).

- самое значительное увеличение произошло с показателем рН с 6,7 до 8,55 (превышение норм ДСанПиН 2.2.4-171-10 для питьевой воды). Резкое повышение рН связано с выщелачиванием (коррозией первого типа), т.е. вымыванием Са(ОН)₂ из бетона.

Изменение качества воды при хранении в колодце связано с тем, что продукты коррозии бетона (растворимые составляющие), попадают в воду и загрязняют ее. Увеличение перманганатной окисляемости с

0,6 мгО/дм³ до 2,3 мгО/дм³ (почти в 4 раза) связано с разложением различных органических веществ попадающих в колодец (листья, насекомые и т.д.)

Состав воды в колодце не постоянен, он меняется в зависимости от проходящих в бетоне коррозионных процессов. Со временем может произойти разгерметизация швов, появиться трещины в кольцах или между ними, дно может зарости илом, на стенках колодца может образоваться слизь, в которой активно размножаются бактерии, все это приведет к ухудшению качества и невозможности использования воды для питья. В любом случае изменение состава воды должны учитывать владельцы колодцев, постоянно осуществлять контроль качества воды, регулярно проводить профилактику, тщательную очистку колодцев (не менее 1 раз в 2 года) и дезинфекцию бактерицидными средствами. После проведения всех процедур по очистке вода будет снова пригодна для питья.

Литература

1. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузеев Е.А. Коррозия бетона и железобетона. Методы защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 532с.
2. Строительные материалы. Учебник/В.Г.Микульский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов. –М.: АСВ,1996.- 488с.
3. Комохов П.Г., Чуркин А.Ю. Биокоррозия строительных материалов и меры борьбы по мере её развития. – М.:Высшая школа, 2004. – 208с.
4. ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної для споживання людиною». – Київ: МОЗ України–2010.-29с.
5. Алёкин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – М.:Высшая школа, 1973. – 345с.
6. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Химия воды и микробиологий» на тему «Характеристика природных вод». Т.П.Олейник, И.В.Довгань.- Одесса: ОГАСА, 2005. – 49с.