

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ Г.ПЕРМИ

1. Общая характеристика водоснабжения города

Централизованное водоснабжение г. Перми осуществляется в основном за счет поверхностных вод рек Камы и Чусовой, на которых действуют 3 поверхностных водозабора:

- Чусовское очистительное сооружение, расположенное на р. Чусовой, в 30 км от города, осуществляющее водоснабжение населения г. Перми на левом и правом берегах р. Камы;
- Большекамский водозабор поверхностных вод р.Камы, находящийся практически в центре города и осуществляющий водоснабжение левобережной части города;
- Кировские очистные сооружения, расположенные на правом берегу р.Камы, снабжают питьевой водой м/р Закамск.

Вследствие сложной гидродинамической и гидрохимической обстановки на территории города практически отсутствуют крупные водозаборы подземных вод. Подземные воды используются преимущественно в производственно-технических целях. Доля использования подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения незначительна и составляет 3,4 %

По состоянию на 01.01.2020 по предварительным данным государственного баланса для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Перми разведано и оценено 37 месторождений (участков) подземных вод с суммарными утвержденными запасами 44,157 тыс. м³/сут, в том числе Васильевское месторождение, разведанное для аварийного водоснабжения г. Перми с запасами 17,0 тыс. м³/сут, находится в нераспределенном фонде недр.

Количество оцененных месторождений подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), шт., в том числе:		Утвержденные запасы подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), тыс. м ³ /сут	Добыча подземных вод в 2019 году (по данным стат. отчетности форма 4-ЛС), тыс. м ³ /сут			Степень освоения запасов, %
			в РФН*	в НФН**	всего	
на месторождениях (участках)	на участках с неутвержденными запасами					
27	10	44,157	6,259	6,230	0,029	14,1 %

* - РФН – распределенный фонд недр;

** - НФН – нераспределенный фонд недр;

По предварительным данным стат. отчетности недропользователей в 2019 г. на территории г. Перми суммарная добыча подземных вод составила 6,259 тыс. м³/сут, в т.ч.: на месторождениях – 6,23 тыс. м³/сут, на участках с неутвержденными запасами – 0,029 тыс. м³/сут. Степень освоения запасов составила 14,1 %.

Все недропользователи, эксплуатирующие месторождения, имеют действующие лицензии на право пользования недрами и, в основном, выполняют условия пользования, прописанные в лицензиях и рекомендации Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых в части проведения мониторинга в соответствии с согласованными проектами водозабора; разработки и согласования в установленном порядке проектов ЗСО; и пр.

Для водоснабжения города эксплуатируется в основном слабоводоносный локально водоносный шешминский терригенный комплекс, а также водоносная соликамская терригенно-карбонатная свита и в незначительных количествах водоносный локально слабоводоносный четвертичный аллювиальный горизонт.

2. Характеристика режима эксплуатации водозаборов

Водозаборы города работают в установившемся режиме, понижения уровней в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах не превышают допустимые, выраженной сработки уровня не происходит. На качество подземных вод в настоящее время эксплуатация подземных вод не оказывает негативного влияния.

3. Характеристика качества подземных вод

По основным определяемым показателям подземные воды соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

При эксплуатации водозаборов производственно-технического назначения с оцененными запасами и одиночных водозаборных скважин, работающих на не оцененных запасах для нужд отдельных предприятий г. Перми, заказчики в основном требований к качеству не предъявляют. Подземные воды в этом случае характеризуются в основном хлоридным и сульфатным составом с повышенными показателями общей жесткости и других химических элементов.

4. Характеристика участков загрязнения подземных вод

Загрязнение ограничено локальными участками, непостоянно во времени и, в целом, на качестве вод, эксплуатируемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не сказывается. Нарушенные участки с загрязненными подземными водами находятся в непосредственной близости от источников техногенного воздействия.

Очаги загрязнения в пределах Пермско-Краснокамского промышленного узла связаны с концентрацией предприятий химической, нефтехимической промышленности, машиностроительного производства и др. Источниками загрязнения являются хранилища твердых и жидких отходов производства, утечки из различных трубопроводов, смыв атмосферными осадками токсичных компонентов с промплощадок. На территории Пермско-Краснокамского промузла достаточно широко распространены в подземных водах барий, бор, литий, марганец, нефтепродукты, бериллий, тяжелые металлы. Загрязнение марганцем, нефтепродуктами, бором достигало от 10 до 100 ПДК.

Высокая плотность населения, широкое развитие водопроводно-канализационных сетей городского коммунального хозяйства, значительная доля частного сектора в пределах городской застройки обусловили наличие очагов бытового загрязнения. Загрязнение формируется, главным образом, за счет азотсодержащих и органических соединений.

Вода на выходе в основном соответствует показателям СанПиН 2.1.4.559-96, но, дойдя до потребителя, подвергается повторному загрязнению: увеличивается содержание железа и ряда других загрязнений. Причина - износ централизованной системы трубопроводов подачи воды (дырявые, ржавые стальные трубы, кроме того, внутри покрытые хлорорганическими и бактериальными загрязнениями). Общий износ городских сетей достигает, по некоторым данным, 60-80%.

ВЫВОДЫ:

1. Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Перми осуществляется за счет использования подземных и поверхностных вод. Основными источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения являются: Чусовское очистительное сооружение, Большекамский водозабор поверхностных вод р.Камы и Кировские очистные

сооружения. Использование подземных вод для хозяйственного-питьевого водоснабжения на территории г. Перми почти самое низкое в крае (3,4 %).

2. В настоящее время подземные воды находятся в условиях установившейся фильтрации, и незначительные колебания их уровня поверхности в большей степени зависят от режима эксплуатации водозаборных скважин и климатических факторов. Максимальная сработка уровня эксплуатируемого горизонта не выходит за пределы допустимых значений. Качеству эксплуатируемых подземных вод угрозы нет.

3. Подземные воды всех эксплуатируемых водоносных комплексов на ряде водозаборов некондиционны, вследствие повышенных содержаний железа, марганца, величины общей жесткости, а также крайне низких содержаний фтора, что обусловлено природными особенностями. Для доведения качества вод до нормативного на водозаборах необходимо внедрять современные методы водоподготовки, доводящие качество подземных вод до нормируемых требований.

4. Загрязнение подземных вод ограничено локальными участками, которые находятся непосредственно в зоне влияния техногенных объектов, и непостоянно во времени. Территория г. Перми относится к Пермской городской агломерации, где подземные воды испытывают высокую техногенную нагрузку. Загрязнению наиболее подвержены слабозащищенные воды четвертичных отложений.

5. Для эффективного мониторинга подземных вод в нарушенных условиях необходимо решить следующие задачи:

- Создание программы мониторинга за состоянием подземных вод в условиях интенсивной техногенной нагрузки (в первую очередь на территории Пермско-Краснокамского промузла), с восстановлением наблюдений по территориальной наблюдательной сети;

- Разработка системы управления эксплуатацией подземных вод в густонаселенных районах (на основе наблюдений за режимом эксплуатации водозаборов по опорной наблюдательной сети и информации, поступающей с объектного уровня);

- Гидрогеологическое и геоэкологическое обследование нефтяных месторождений (с целью проверки объектного мониторинга);

- Привязка ОНС к особо опасным техногенным объектам и её расширение за счёт контрольных обследований скважин, находящихся в собственности недропользователей, обследование родников, используемых населением для питья;

- Разработка базы данных для хранения, анализа и оперативного предоставления информации органам государственной власти.

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

1. Общая характеристика водоснабжения субъекта

Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ) населения Пермского края базируется на использовании подземных и поверхностных вод. В общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения доля подземных вод составляет 41,6 % (131,534 тыс. м³/сут.): в 19 административных районах используют только подземные воды; в 15 районах доля использования подземных вод составляет более 50%; в 3-х районах – от 10 до 50%; в 6-ти районах – менее 10%.

По состоянию на 01.01.2020 по предварительным данным государственного баланса для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Оренбурга разведано и оценено 334 месторождения (участка) подземных вод с суммарными утвержденными запасами 1017,864 тыс. м³/сут.

Количество оцененных месторождений подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), шт., в том числе:		Утвержденные запасы подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), тыс. м ³ /сут	Добыча подземных вод в 2019 году (по данным стат. отчетности форма 4-ЛС), тыс. м ³ /сут			Степень освоения запасов, %
в РФН*	в НФН**		всего	в том числе:		
				на месторождениях (участках)	на участках с неутвер. запасами	
237	97	1017,864	305,609	189,501	116,108	18,6 %

* - РФН – распределенный фонд недр;

** - НФН – нераспределенный фонд недр.

По предварительным данным отчетности (форма 2 ГМПВ), в 2019 г. в эксплуатации находилось 194 месторождения (участка). Суммарная добыча подземных вод (с учетом водозаборов, работающих на неочцененных запасах) на территории края в 2019 г. составила 305,609 тыс. м³/сут, в т.ч. на месторождениях – 189,501 тыс. м³/сут, на участках с неутвержденными запасами – 116,108 тыс. м³/сут. Степень освоения разведанных запасов подземных вод составляет 18,6 %.

2. Характеристика режима эксплуатации водозаборов

Водозаборы подземных вод работают в установившемся режиме, понижения уровня в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах не превышают допустимые, выраженной сработки уровня не происходит.

Данные по мониторингу подземных вод за 2019 г. предоставлены по следующим водозаборам: ООО «Водоканал» г. Соликамска, ООО «Березниковская водоснабжающая компания», ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» (г. Березники).

По всем водозаборам динамический уровень подземных вод в 2019 году находился не ниже уровня предельно допустимых значений и зависел в большей степени от климатических факторов

Наиболее катастрофичные и необратимые последствия связаны с авариями на калийных рудниках. Во всех случаях происходил разрыв водозащитной толщи, оседание и обрушение земной поверхности с образованием провала и поступлением в отработанное пространство подземных вод вышележащих водоносных горизонтов, в т.ч. основных для питьевого водоснабжения населения.

Аномальные отклонения в гидродинамическом режиме подземных вод терригенно-карбонатной толщи в 2019 году зафиксированы на аварийном руднике БКПРУ-1 по скважинам: 2иг, 15иг и 5778 (участка «БШСУ (провалы 2 и 3)»); 2биг/1 (участка «Панели переходного периода (ОАО Галургия)»); 27иг/1 и 4биг (участка «пр. Ленина»).

Необходимо отметить синхронность колебания уровней подземных вод по скважинам 15иг, 5778 и 2биг/1, где в ноябре 2019 г. зафиксирована стабилизация уровней, что свидетельствует о наличии гидравлической связи между надсолевыми водоносными горизонтами и затопленным рудником и, очевидно, связано с карстовыми процессами на участках расположения этих скважин.

Необходимо обратить внимание на повышение уровня подземных вод по скважине рс-4/3 (скважина на соляно-мергельную толщу) на 0,05 м в октябре-ноябре 2019 г., расположенной на участке, где существует прямая связь между надсолевыми водоносными горизонтами и затопленным рудником через провал №1, по которому в декабре 2019 г. наблюдалась стабилизация и понижение уровня поверхностных вод.

В районе шламохранилища и солеотвала БКПРУ-3 наблюдения за режимом подземных вод шешминского горизонта ведёт ООО «ЕвроХим – Усольский калийный комбинат» по скважинам №11 и №1422. В 2019 году значительных изменений в динамике

уровней подземных вод на шахтном поле БКПРУ-3 не отмечается, изменение уровня подземных вод соответствует среднегодовым сезонным колебаниям.

Существенных изменений гидродинамического режима уровней подземных трещинно-карстовых вод верхнего надугольного карбонатного комплекса (P₁-C₂) на площади Главной Кизеловской антиклинали не наблюдается. Влияние на них оказывают лишь климатические условия.

Анализ последних лет наблюдений северной части Коспашско-Полуденной синклинали показывает, что процесс восстановления сработанного уровня подземных вод в отложениях нижнего карбона (C_{1v3+s}), практически стабилизировался и находится в пределах абсолютных отметок 306,0-307,0 м и подвержен только сезонным колебаниям.

В южной части Коспашско-Полуденной синклинали уровень подземных вод наблюдался по скважине №10-гн. Анализируя гидродинамический режим водоносного горизонта в 2019 году, отмечается подъем уровня подземных вод на 0,93 м. Абсолютная отметка зеркала подземных вод расположена на отметке 338,43 м.

В пределах Усьвинской синклинали, являющейся областью накопления трещинно-карстовых вод, положение уровня в нижней надугольной карбонатной толще (C_{1v3+s}) остается стабильным вне зависимости от сезонно-климатических факторов. Зеркало подземных вод в скважине №12-гн находится на абсолютной отметке 327,52 м.

Таким образом, процесс восстановления уровня подземных вод в угленосных отложениях Главной Кизеловской антиклинали и Коспашско-Полуденной синклинали завершен.

3. Характеристика качества подземных вод

Для ряда водозаборов Пермского края встречается природное несоответствие подземных вод. Оно обусловлено высоким содержанием таких элементов, как марганец и железо, характерных для вод водоносного четвертичного горизонта, а также высокими значениями жесткости, минерализации и повышенным содержанием отдельных микрокомпонентов, присущих дочетвертичным водоносным горизонтам и комплексам. Так, в подземных водах нижнепермских комплексов Кунгурского и Березовского районов концентрация стронция превышает питьевые нормы (месторождения Сухореченское, Хлыщевское, Березовское, водозабор Бородинский и др.).

4. Характеристика участков загрязнения подземных вод

Загрязнение ограничено локальными участками, непостоянно во времени и, в целом, на качестве вод, эксплуатируемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не сказывается. Нарушенные участки с загрязненными подземными водами находятся в непосредственной близости от источников техногенного воздействия. Загрязняющими компонентами являются соединения азота, натрий, хлориды, окисляемость перманганатная, сухой остаток, никель, железо, нефтепродукты.

По представленной в Пермское отделение ГМСИ информации всего на территории Пермского края к 01.01.2020 г. зарегистрировано 141 очага техногенного загрязнения подземных вод, приуроченных практически ко всем водоносным горизонтам и комплексам. Наибольшее их количество – 134 – связано с промышленным типом загрязнения, главным образом с недропользованием (горнодобывающая промышленность).

Высокой степенью техногенной нагрузки на недра характеризуются территориально-производственные комплексы или промышленные узлы, в пределах которых на состояние недр оказывают влияние все виды хозяйственной деятельности: Березниковско-Соликамский, Кизеловско-Губахинский, Пермско-Краснокамский.

Источниками загрязнения подземных вод являются промплощадки, полигоны и свалки, где складировались токсичные отходы. В результате фильтрации токсичных отходов в промышленной зоне крупных городов фиксируется загрязнение подземных вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами, марганцем, железом и многими другими

компонентами. Загрязненными являются аллювиальный четвертичный и шешминский водоносные горизонты.

В сельскохозяйственном производстве техногенное воздействие на геологическую среду оказывают большие объемы отходов, накопленных на животноводческих комплексах. Дренаж жидкой фазы отходов через фильтрующее основание и борта хранилищ приводит к загрязнению подземных вод нитратами и органикой. Анализ материалов по загрязнению подземных вод Пермского края позволяет отнести к этому типу загрязнения два объекта, находящихся на территории Пермско-Краснокамского промузла (водозаборы «Конец-Бор» и «Сюзьвинский»).

Обширные площади загрязнения территории при разработке Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей приурочены к Предуральскому предгорному артезианскому бассейну. Характерным здесь является внутригодовое распределение интенсивности загрязнения, т.е. максимальные содержания загрязняющих веществ (хлоридов, натрия, магния и пр.) приурочены к периоду межени, а увеличение ареала загрязнения к паводковому периоду. Это обусловлено общим расположением источников загрязнения на местности (солеотвалы, шламохранилища, рассолосборники).

На большинстве нефтяных месторождений загрязнение носит постоянный характер, внутригодовое изменение содержания нефтепродуктов в подземных водах первых от поверхности водоносных горизонтов (скважины, родники, колодцы) варьирует от 0,11 до 8,00 мг/дм³. В 2019 году самое высокое содержание нефтепродуктов (8,00 мг/дм³) отмечается в наблюдательной скважине Берёзовского нефтяного месторождения (Частинский район).

В пределах Березниковско-Соликамского промузла в 2019 году выявлено 10 очагов загрязнения, основными загрязняющими компонентами на которых являются:

- магний (27,6 ПДК) – Архангельское месторождение;
- хлориды (562 ПДК) – Архангельское месторождение;
- сульфаты (12,9 ПДК) – Уньвинское месторождение;
- нефтепродукты (5,5 ПДК) – Чашкинское месторождение;
- бензол, обнаружен в подземных водах Чашкинского (29 ПДК), Архангельского (16 ПДК) и Шершнёвского (23 ПДК) нефтяных месторождений.

По количеству выявленных очагов загрязнения эксплуатация нефтяных месторождений преобладает среди других объектов воздействия на геологическую среду, однако масштабы их по сравнению с разработкой калийных солей значительно меньше, локализованы площадью нефтепромыслов и зачастую носят сезонный характер. Постоянное загрязнение фиксируется в пределах Уньвинского, Сибирского, Шершневого и Архангельского нефтяных месторождений.

В пределах Кузбасского угольного бассейна в 2019 г. концентрация вредных компонентов, по сравнению с 2018 г., в пробах воды стала уменьшаться – содержание железа 313 ПДК, марганца – 19 ПДК. Состав трещинно-пластовых вод угленосной толщи в местах, где подземные воды подвержены влиянию затопленных шахт, характеризуется высокими концентрациями сульфатов, железа, алюминия, марганца, лития, никеля, бериллия, кобальта. Гидрохимический режим подземных вод карбонатных отложений турнейского яруса нижнего карбона изучался по четырём наблюдательным пунктам, отмечено превышение железа в 14,7 раз, марганца в 4,8 раза. Подземные воды терригенных девонских отложений содержат литий в количестве 1,5 ПДК, марганец – 4,1 ПДК. Таким образом, гидрохимическая обстановка в Кизеловском угольном бассейне продолжает оставаться нестабильной и требующей продолжения гидрогеологического мониторинга.

Сложная ситуация сохраняется на территории общегородской свалки (Пермский район), на которой выше ПДК находится 17 компонентов химического состава подземных вод (минерализация, жесткость, аммоний, хлориды, бериллий, свинец, марганец, железо, натрий, нефтепродукты, барий, бор, мышьяк, кремний и др.).

ВЫВОДЫ:

1. Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Пермского края осуществляется за счет использования подземных и поверхностных вод. Вода на выходе в основном соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074, однако из-за износа городских сетей водопровода, доходящего до 80 %, повторно загрязняется. Решение проблемы качественного водоснабжения возможно за счет применения новых технологий и методов, которые будут характеризоваться экономичностью, экологичностью, эффективностью и надежностью. Также возможно привлечение дополнительных источников. Так, в частности, для г. Перми решить проблему водоснабжения можно за счет привлечения экологически чистых подземных вод Васильевского месторождения.

2. В целях исключения поверхностного загрязнения водоносных горизонтов, а также заболачивания почвы и истощения водоносных горизонтов, ликвидировать бесхозные скважины, в первую очередь, самоизливающие;

3. В настоящее время на водозаборах подземных вод сохраняется установившийся режим фильтрации. Сработки уровня подземных вод на крупных водозаборах не наблюдается.

4. Загрязнение подземных вод ограничено локальными участками, которые находятся непосредственно в зоне влияния техногенных объектов, и непостоянно во времени.

5. Актуальным является вопрос ведения мониторинга локального уровня. Проводимый мониторинг крайне ограничен сведениями и не позволяет провести достоверную оценку состояния подземных вод. Вопрос о предоставлении отчетов локального мониторинга в систему ГМСН также остается нерешенным. Также необходима организация мониторинга на предприятиях, не являющихся недропользователями, но оказывающих воздействие на окружающую среду, поскольку в зонах влияния таких предприятий часто отмечаются локальные участки с загрязнением подземных вод.

6. Для эффективного мониторинга подземных вод в нарушенных условиях необходимо решить следующие задачи:

- Создание программы мониторинга за состоянием подземных вод в условиях интенсивной техногенной нагрузки (в первую очередь на территории Пермско-Краснокамского промузла), с восстановлением наблюдений по территориальной наблюдательной сети;

- Разработка системы управления эксплуатацией подземных вод в густонаселенных районах (на основе наблюдений за режимом эксплуатации водозаборов по опорной наблюдательной сети и информации, поступающей с объектного уровня);

- Гидрогеологическое и геоэкологическое обследование нефтяных месторождений (с целью проверки объектного мониторинга);

- Привязка ОНС к особо опасным техногенным объектам и её расширение за счёт контрольных обследований скважин, находящихся в собственности недропользователей, обследование родников, используемых населением для питья;

- Разработка базы данных для хранения, анализа и оперативного предоставления информации органам государственной власти.

Краткая информация о состоянии экзогенных геологических процессов в пределах г. Перми

В пределах г. Пермь развиваются подтопление, оползневой, карстовый и суффозионный процессы и **Процесс оседания и обрушения поверхности над горными выработками.**

Проблема подтопления для Перми связана, в первую очередь, с воздействием техногенных факторов на водный баланс территории и широким распространением слабопроницаемых глинистых грунтов. Кроме того, для территории города характерны значительные площади распространения низких камских террас, которые в силу своего структурно-геоморфологического строения и гидрогеологических условий являются практически подтопленными и подтопленными. Значительным является и влияние камских водохранилищ на естественные уровни грунтовых вод (подпор). Зоны влияния камских водохранилищ на уровень грунтовых вод в пределах низких террас распространяются до нескольких сотен метров. На высоких речных террасах подпор, создаваемый водохранилищами, существенного влияния на уровень подземных вод не оказывает. Среди техногенных факторов ключевую роль в развитии процесса подтопления играют условия и величины общей техногенной загруженности территории (плотность застройки и водонесущих коммуникаций, величины водопотребления, площади асфальтового покрытия и др.). За последние годы интенсивность техногенной нагрузки на территорию значительно возросла. Процессы подтопления охватывают 40% территории города.

Оползневой процесс на территории г. Пермь, как правило, встречается в четвертичных отложениях, а в техногенных грунтах оползни наиболее опасны. На территории

г. Пермь выделены опасные оползневые участки, приуроченные к склонам левобережных притоков Камы – рр. Егошиха, Данилиха, Ива, Мотовилиха, Язовая и др. Случаи негативных последствий оползневого процесса не единичны: ул. Н. Островского, 82; ул. Гашкова, 28б, ул. Весёлая, 18, ул. Фрезеровщиков, 94, ул. Ким, 5, многоэтажные жилые здания по левому борту долины р. Ива по ул. Чехова и ул. Ивановская. Жилых домов, расположенных на склонах, в Перми около 300. Основные причины развития оползневого процесса в городе – отсутствие грамотной инженерной подготовки территории, бессистемная отсыпка разнородных (с бытовым мусором, снегом) грунтов без уплотнения, промораживание грунтов оснований, их замачивание, в том числе утечками из коммуникаций, плохая организация поверхностного стока, устройство на склонах канализационных коллекторов, бесконтрольность сооружения подпорных стенок.

Признаки проявлений карстового процесса в границах города фиксировались на его северной окраине – в микрорайонах Голованово, Банная гора. Подавляющую часть территории г. Пермь слагают породы шешминского горизонта уфимского яруса пермской системы, верхняя часть которых характеризуется загипсованностью и наличием линз и прослоев карбонатных пород. Впервые на территории города линзы гипса были обнаружены в 1987 г. при изысканиях в микрорайоне Садовый. По опыту изысканий в Приуралье здесь возможно образование карстовых просадок на поверхности земли размером до 5 м в плане и 0,25 м глубиной.

Суффозионный процесс широкого распространения на территории Перми не получил, исследования его особенностей ведутся с 1990 г. В процессе наблюдений было выявлено, зафиксировано и описано более 500 поверхностных суффозионных деформаций. Большинство провалов и воронок приурочены к зонам влияния трасс канализационных коллекторов и водонесущих коммуникаций или располагаются непосредственно над ними. В отдельную группу были выделены деформации оснований существующих зданий под действием суффозионного выноса частиц грунта. Им подвержено значительное число жилых домов, построенных на фундаменте свайного типа. Приурочены они, в основном, к бортам глубоких котлованов, вырытых под сооружения и засыпанных после установки свай недоуплотненным (обычно песчано-гравийным) материалом. Зонами суффозионного выноса в этом случае являются подвальные помещения зданий, причем механизм его связан с выпиранием и вымыванием грунта под действием гидрогеологических и гравитационных факторов.

Процесс оседания и обрушения поверхности над горными выработками. В пределах Перми высока плотность подземных горных выработок XVIII – XIX вв., связанных с поисками и разработкой медистых песчаников (Егошихинский, Мотовилихинский медеплавильные заводы). Сотни рудников этих заводов на сегодняшний день погребены под поверхностью городской территории. Документация по рудникам, как правило, отсутствует, а та, что сохранилась в исторических архивах редко содержит конкретный материал, отражающий параметры и местоположение рудников. При возрастающей в пространстве и во времени интенсивности антропогенной нагрузки на территорию города, увеличивается потенциальная опасность негативного проявления «неизвестных» выработок. Впервые с этим явлением столкнулись в 1961 г., когда в результате обрушения пород на поверхности образовался провал диаметром 9 м и глубиной 4 м, а пятиэтажный жилой дом по ул. Крупской пришел в аварийное состояние. С тех пор подземные горные выработки прошлого не один раз заявляли о себе в микрорайонах города: в Балатово, на Городских Горках, Ива, в Костарёво, Садовый. Прямой и косвенный (при спецобустройстве зданий и сооружений) ущерб исчисляется многими сотнями миллионов рублей и с каждым годом приумножается.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. В пределах г. Пермь развиваются подтопление, оползневой, карстовый, суффозионный процессы и **Процесс оседания и обрушения поверхности над горными выработками.**
2. Для территории Перми характерны значительные площади распространения низких камских террас, которые в силу своего структурно-геоморфологического строения и гидрогеологических условий являются практически подтопленными и подтопленными. Процессы подтопления охватывают 40% территории города.
3. На территории г. Пермь выделены опасные оползневые участки, приуроченные к склонам левобережных притоков Камы – рр. Егошиха, Данилиха, Ива, Мотовилиха, Язовая и др.
4. Признаки проявлений карстового процесса в границах города фиксировались на его северной окраине – в микрорайонах Голованово, Банная гора.
5. Суффозионный процесс широкого распространения на территории г. Пермь не получил. Большинство провалов и воронок приурочены к зонам влияния трасс канализационных коллекторов и водонесущих коммуникаций.
6. Увеличивается потенциальная опасность негативного проявления подземных горных выработок XVIII – XIX вв., связанных с поисками и разработкой медистых песчаников (Егошихинский, Мотовилихинский медеплавильные заводы).
7. На подтапливаемых территориях следует дополнительно устанавливать причины и факторы подтопления, характеристику гидрогеологических условий, параметры водоносных горизонтов, показатели фильтрационных свойств грунтов и пр. Для этого необходимы дополнительные опытно-фильтрационные работы. Необходимо, также, регулирование стока поверхностных вод (строительство ливневой канализации, вертикальная планировка территории).
8. Тенденция расширения строительства на крутых склонах и опасных оползневых участках требует тщательного изучения состояния и свойств грунтов. Необходимо выполнять дополнительные работы по районированию и оценке устойчивости склонов, что потребует увеличение объема горнопроходческих работ и лабораторных исследований, а также выполнение геодезических наблюдений.
9. Ввиду повышенной опасности карстового процесса для населения и хозяйственных объектов региона, возникает необходимость, наряду с организацией мониторинга, разработки территориальных строительных норм, в которых должны быть определены методы противокарстовой защиты. При проведении инженерно-геологических изысканий рекомендовано: глубину поисковых скважин увеличить до 35 м и в случае

- обнаружения сульфатных линз существенной (до 2-3 м и более) мощности и значительной площади (свыше 80-100 м²) проводить специальные исследования.
10. Для оценки и прогноза развития суффозионного процесса в пределах города оптимальным представляется выполнение различных методов прогнозов и накопления представительной базы данных.
 11. На территориях возможного расположения старых горных выработок необходимо выполнять дополнительные объемы работ: увеличение глубины бурения скважин, использование геофизических методов, а также выполнение контрольного бурения по результатам геофизики в местах выявленных аномалий. Необходима разработка принципиально новой методики инженерно-геологических изысканий с вероятностной оценкой негативных проявлений выработок в различных инженерно-геологических условиях.

Краткая информация о состоянии экзогенных геологических процессов в пределах Пермского края

На территории Пермского края наиболее распространенными генетическими типами экзогенных геологических процессов являются карстовый и суффозионный процессы, оседание и обрушение поверхности над горными выработками и овражная эрозия.

Карстовый процесс оказывает значительное воздействие на территориях крупных населенных пунктов, таких как Березники, Полазна, Усть-Кишерсть, Красновишерск, Кунгур и другие, где, в связи с этим, ограничено строительство высокоэтажных домов. Карстующиеся породы занимают примерно половину таких районов, как Красновишерский, Чердынский, Кишертский, Кунгурский, Чусовской, городов Губаха и Александровск. Площадь карстующихся пород на территории края составляет 35,5 тыс. км². В Октябрьском районе карстующиеся породы получили почти повсеместное распространение (94%). Карстующиеся карбонатные, сульфатные и соляные породы развиты на значительной территории Ординского (77%), Суксунского (68%) и Соликамского (61%) муниципальных районов. Наиболее существенное влияние на устойчивость территории края оказывает сульфатный карст, вызывающий основные виды деформаций земной поверхности. В пределах участков развития карста 70% катастрофических ситуаций связано с сульфатным карстом, 25-30% - с карбонатным, единичные, но наиболее масштабные по разрушениям – с соляным. В сульфатном и соляном карсте катастрофические явления встречаются, как правило, в виде провалов (г. Березники, г. Кунгур, пгт. Полазна). В карбонатном карсте провальные явления редки, чаще возникают просадки. На территории региона известны карстовые полости (пещеры) с общей длиной ходов 10,1 км (Дивья пещера) и объемами отдельных гротов до 50 тыс. м³, карстовые провалы диаметром и глубиной в несколько десятков (до 100) метров, локальные и общие оседания с поперечными размерами в сотни метров, карстовые землетрясения. Интенсивность провалообразования на участках сульфатного карста превышает величину 1 случай на 1 км² в год, а в условиях его техногенной активизации достигает десятков и сотен случаев.

Наиболее широкое распространение суффозионного процесса зафиксировано в западной части Пермского края. В юго-восточной части, проявления суффозии отмечены на территории Суксунского и Кишертского районов. Особо отмечается суффозионный процесс, возникающий под воздействием техногенных факторов (побережья Камского и Воткинского водохранилищ), а также суффозионные деформации, возникающие на

территориях городов. Наиболее распространенными поверхностными формами суффозии являются блюдцеобразные понижения, округлые или эллипсовидные. Размеры суффозионных форм в породах четвертичного возраста, как правило, невелики, в основном не больше 2-5 (до 10) м в диаметре, при глубине 0,5-1,5 м, иногда вытянуты цепочкой, многие из них заполнены водой. В коренных породах аналогичные формы достигают размеров десятков и сотен метров. Иногда встречаются формы, напоминающие карстовые воронки провального типа.

Оседание и обрушение поверхности над горными выработками активно происходит в пределах Верхнекамского месторождения солей на территории городской и промышленной застройки г. Березники над затопленным рудником БКПРУ-1 (ПАО «Уралкалий») и в г. Соликамск за пределами городской застройки на аварийном участке рудника СКРУ-2 (ПАО «Уралкалий»).

После затопления рудника БКПРУ-1 (2006 г.) усилились подвижки грунта в городской черте г. Березники. Как следствие, резко возросло число аварийных зданий. К концу 2019 г. над отработанным пространством рудника БКПРУ-1 в г. Березники зафиксировано 7 провалов земной поверхности и 2 мульды оседания. Первый провал произошел на руднике 28.07.2007 г., второй провал – на железнодорожной станции 25.11.2010 г., третий провал – севернее АБК БСШУ 4.12.2011 г., четвертый провал – в пределах панели переходного периода 17.02.2015 г., пятый провал – на ул. Котовского 22.03.2017 г., шестой провал – в 20 м восточнее 5-го провала 9.04.2017 г., седьмой провал обнаружен в 8 м восточнее 6-го провала 18.04.2018 г.

Администрация г. Березники выполняет государственную программу «Обеспечение качественным жильём и услугами ЖКХ населения Пермского края» по переселению граждан из жилищного фонда, признанного непригодным для проживания вследствие техногенной аварии на руднике БКПРУ-1 ПАО «Уралкалий», утвержденную постановлением правительства Пермского края от 3.10.2013 г. На 25 марта 2020 г. администрация г. Березники признала аварийными и подлежащими сносу, а также демонтировала (снесла) 160 многоквартирных и 47 индивидуальных жилых домов.

В Соликамске аварийный участок находится в 2,5 км на северо-восток от промплощадки СКРУ-2, за пределами городской застройки и приурочен к зоне аварии 05.01.1995 г., где произошло обрушение массива горных пород и разрушение межпластовых целиков на II северо-восточной панели рудника СКРУ-2. На земной поверхности над местом обрушения образовалась мульда оседания поверхности глубиной до 4,4 м и размерами 950×750 м. На аварийном участке провал №1 был обнаружен 18.11.2014 г. на территории СНТ «Ключики», за пределами городской застройки г. Соликамска. 2 мая 2018 года в 56 метрах северо-западнее борта 1-го провала был выявлен новый провал размерами 32,2×25,2 м. По результатам аэрофотосъемки, выполненной 25 января 2020 г. было зафиксировано объединение контуров двух провалов в один с общим размером 275,8×219,6 м. В случае затопления рудника СКРУ-2 возникнет угроза затопления соседнего рудника СКРУ-1 (расположенного непосредственно под г. Соликамск) через имеющуюся сбойку в межшахтном барьерном целике.

В пределах платформенной части Пермского края 70 % земель подвержено овражной эрозии, 80 % земель, занятых под пашню испытывают потребность в противоэрозионных мероприятиях. Наиболее поражены овражной эрозией территории Чагинского, Суксунского, Ординского и Кунгурского районов. Участки интенсивного

образования оврагов, главным образом, приурочены к юго-западной части Пермского края, характеризующейся наибольшей степенью хозяйственного освоения. Вне ее пределов, овражная сеть приурочена, главным образом, к окрестностям населенных пунктов и промышленных площадок. Наибольшими величинами овражной расчлененности (более 0,01 км/км²) характеризуются склоны долины р. Кама (преимущественно правобережье), окрестности п. Гайны, п. Пальники, п. Керчевский, устье р. Кондас, окрестности п. Чермоз, с. Беляевка, с. Частые, с. Головниха, с. Ножовка, склоны р. Сылва на участках от г. Кунгур до д. Серьга и от с. Тиса до с. Суксун, склоны р. Ирень, окрестности г. Очер.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. На территории Пермского края наиболее распространенными генетическими типами экзогенных геологических процессов являются карстовый и суффозионный процессы, оседание и обрушение поверхности над горными выработками и овражная эрозия.

2. Карстовый процесс оказывает значительное отрицательное воздействие на территориях крупных населенных пунктов, таких как Березники, Полазна, Усть-Кишерсть, Красновишерск, Кунгур и другие, где, в связи с этим, ограничено строительство высокэтажных домов.

3. Наиболее широкое распространение суффозионного процесса зафиксировано в западной части Пермского края. В юго-восточной части проявления суффозии отмечены на территории Суксунского и Кишертского районов.

4. Оседание и обрушение поверхности над горными выработками активно происходит в пределах Верхнекамского месторождения солей на территории городской и промышленной застройки г. Березники над затопленным рудником БКПРУ-1 (ПАО «Уралкалий») и в г. Соликамске за пределами городской застройки на аварийном участке рудника СКРУ-2 (ПАО «Уралкалий»).

5. Наиболее поражены овражной эрозией территории Частинского, Суксунского, Ординского и Кунгурского районов.

6. Для защиты территорий, подверженных суффозионному и карстовому процессам, рекомендуется применение следующих мероприятий: трассировка магистральных улиц и сетей при разработке планировочной структуры с максимально возможным обходом карстоопасных участков и размещением на них зеленых насаждений, расположение зданий и сооружений на менее опасных участках, максимальное сокращение инфильтрации поверхностных, промышленных и хозяйственно-бытовых вод в грунт, тщательная вертикальная планировка земной поверхности и устройство надежной ливневой канализации с отводом вод за пределы застраиваемых участков, мероприятия по борьбе с утечками промышленных и хозяйственно-бытовых вод, в особенности агрессивных, контроль за качеством работ по гидроизоляции, укладке водонесущих коммуникаций, ограничение объемов откачки подземных вод.

7. Для уменьшения последствий оседания и обрушения поверхности над горными выработками необходимо на действующих калийных рудниках проводить закладочные и гидрозакладочные работы в отработанных горных выработках.

8. При проектировании инженерной защиты от овражной эрозии следует рассматривать целесообразность применения следующих мероприятий и сооружений: агролесомелиорация (посев многолетних трав, посадка специальных сортов деревьев и кустарников в сочетании с посевом многолетних трав); строительство водоулавливающих, водоудерживающих и водорегулирующих сооружений (канавы, лотки, дамбы, валы и плотины) для перехвата и замедления поверхностного стока, а также для увеличения инфильтрации поверхностных вод; укрепление участков активного размыва (засыпка эрозионных форм с последующей планировкой территории, мощение их камнем,

укрепление их бетонными плитами или асфальтом); прочие мероприятия (установление охранных зон, в пределах которых недопустима вырубка деревьев, распашка земель и строительные работы).