

УДК 622.844:847.556

д.т.н. Дрозд Г. Я.

(ИСА и ЖКХ ЛНУ им. В. Даля, г. Луганск, ЛНР, drozd.g@mail.ru)

ШАХТНЫЕ ВОДЫ КАК ФАКТОР РИСКА ТЕХНОГЕННОЙ КАТАСТРОФЫ ДЛЯ ДОНБАССА

Рассмотрены риски затопления шахт Центрального Донбасса, вызванного повышением уровня грунтовых вод, что создаёт угрозу разрушения зданий и сооружений и отравления поверхностных и подземных вод. Проанализировано в историческом контексте качество воды источников Донбасса. Рассмотрены примеры деформации поверхности территории региона и её влияние на аварийность трубопроводных инженерных сетей. Выполнен прогноз развития ситуации в регионе вследствие подтопления и оценены масштаб и характер потенциальной природно-техногенной катастрофы.

Ключевые слова: шахтные воды, качество воды, подтопление, просадка грунтов, авария, экологическая и техногенная катастрофа.

Интернет и средства массовой информации уже более года пестрят заголовками типа «Экологический Армагеддон в Донбассе», «Шансы украинцев на выживание», «Последствия затопления шахт в Донбассе», «Грозит ли Донбассу экологическая катастрофа», «Зона отчуждения — Донбасс» и т. п. Суть всех публикаций сводится к вызванным военными действиями в Донбассе стагнации экономики, закрытию и затоплению шахт, что по мнению всевозможных экспертов грозит региону техногенной катастрофой и появлением более 2,5 миллионов так называемых экологических беженцев [1–5].

Так грозит ли Донбассу экологическая катастрофа? Совсем не риторический вопрос стал предметом не только переживания для местных жителей, споров учёных и экологов, но и политических спекуляций. И даже частью информационной войны против ДНР, ЛНР и России.

Экологи и политики с украинской стороны предрекают катастрофу, выходящую далеко за пределы одного региона. Чуть ли не второй Чернобыль. Даже американский Госдепартамент озаботился проблемой и обратился к России с требованием повлиять на власти республик.

В общем, массивный информационный поток, вылившийся на жителей Ук-

раины и Донбасса, попал на благодатную почву. К тому же по времени эта шумиха совпала с «делом Скрипалей» и «применением химоружия против детей в Сирии». Наверное, не случайное совпадение... Попробуем непредвзято разобраться в сложившейся ситуации.

Введение. На протяжении последних пяти лет в Донбассе социальные вопросы общества и боевые действия формируют экологическую обстановку региона. Влияние этих факторов на природную среду и его долгосрочные последствия могут найти отражение во всех её компонентах, в том числе на здоровье ныне живущих и последующих поколений людей. О развитии событий можно судить пока по малозаметным проявлениям, но они ещё покажут свою значимость в ближайшем будущем. Негативные последствия пока не реализованы, но продолжение боевых действий и политическое и управленческо-техническое бездействие увеличивают вероятность отрицательных сценариев для региона. Риски техногенных аварий и экологических катастроф при этом возрастают многократно.

Актуальность проблемы. Площадь неподконтрольной Украине территории республик ДНР и ЛНР составляет 17235 км², т. е. 32 % общей площади территории Донецкой и Луганской области в 53200 км² (площадь Лу-

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ганской области 26683 м², площадь Донецкой области 26592 км²). Население территории — около 3,5 млн человек.

В Донбассе находятся более 900 крупных промышленных предприятий, в том числе 140 каменноугольных рудников, 40 металлургических заводов, 7 тепловых электростанций, а также 177 химически опасных производств, на 113 из которых используются радиоактивные материалы (рис. 1).

С экологической точки зрения наиболее опасной является угольная промышленность — 222 шахты, многие из которых истощились и больше не разрабатываются. Кроме того, по территории региона проложены трубопроводы общей протяженностью 1230 км, по которым осуществляется поставка нефти, газа и аммиака. По оценкам, к 2002 году в Донбассе скопилось 10 млрд т

промышленных отходов, что соответствует 320000 т на кв. км. Стоит учесть ещё и более 2500 мест нелегальной добычи угля, которые в Украине называют «копанками».

Сегодня в Донбассе 222 шахты: 33 — на территории, подконтрольной Украине, и 189 под контролем самопровозглашённых республик. В процессе затопления находится 39 шахт, эксплуатируются 99, в стадии ликвидации — 70 и 14 объектов в режиме водоотлива. По данным экспертов, до половины шахт на неподконтрольной Украине территории из числа затопляемых затоплены от 50 до 100 %. В центральном районе Донбасса во многих местах произошёл подъём шахтных вод к поверхности с подтоплением городов и посёлков, а также загрязнение и потеря собственных источников пресной питьевой воды (рис. 2).



Рисунок 1 Карта-схема Донбасса



Рисунок 2 Результат затопления шахт

Угольные шахты бывают трёх видов: горизонтальные (в основном в горных районах), вертикальные и наклонные. В Донбассе преобладают вертикальные и наклонные шахты. Многие шахты уже выработаны, то есть запас угля там исчерпан. Оставляют в шахтах только «цельники» — цельные пласты угля, которые не дают просесть выработкам. После отработки шахты консервируют, что зачастую ведёт к их затоплению, когда перестаёт работать водоотлив. Как правило, на закрытых шахтах, работающих в режиме водоотлива, оставляют нижнюю по уровню шахту. Именно в её выработки стекают все шахтные и грунтовые воды. Откачивают воду в шахтах поразному. В основном происходит это в несколько этапов. В глубоких вертикальных шахтах воду откачивают вначале с самого глубокого участка. Средняя глубина донбасских шахт — 700–1000 метров. Глубины делятся на горизонты. С водозаборника тысячного горизонта воду откачивают на семисотый, затем выше, пока вода не поднимется на нулевой горизонт — поверхность. Там вода поступает в шахтные отстойники, где проходит очистку. Затем её сбрасывают в водоёмы и реки. В некоторых шахтах воду откачивают сразу на поверхность (рис. 3).

Если воду не откачивать, существует несколько вероятных последствий.

Следствие 1: отравление питьевой воды. Кроме того, шахтные воды могут заражать реки и почву. Ведь вода в шахтной выработке насыщается различными химическими элементами. Химикаты могут попадать в ближайшие колодцы питьевой воды, отравлять рыбу и водоёмы. Если в затопленных шахтах хранились ядовитые вещества, ситуация ещё хуже.

Следствие 2: провалы грунта. Главная опасность — подтопление ближайших посёлков, а также размыв почвы, что может привести к оползням и обрушению строений. Фундамент зданий в районе шахты или выхода воды на поверхность может быть разрушен, что приведёт к обрушению строения. В худшем варианте здания вообще могут уйти под землю, если вода вымоет пустоты в грунте.

Следствие 3: взрывы метана. Метан, вытесняемый из почвы поднимающейся водой, выходит на поверхность, или, что хуже, скапливается в подвалах жилых домов, погребах и прочих углублениях, где может взорваться или кого-нибудь отравить.

Проблема современного и будущего экологического состояния Донбасса, вызванная подземными шахтными водами региона, является крайне актуальной.

Цель работы — анализ и оценка существующего положения и потенциальных рисков от затопления шахт региона.



Рисунок 3 Откачка шахтной воды на поверхность или в отстойник

Результаты и их обсуждение.

1. Влияние шахтных вод на водоисточники. В последнее столетие окружающая среда Восточного Донбасса подвергалась интенсивному антропогенному влиянию, которое существенно нарушило природный энерго-массоперенос, что связано преимущественно с деятельностью угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов. Интенсивные потоки загрязнения формируются в природных водах. Например, в 60-е годы из угольных шахт региона откачивалось 75 млн м³/год вод, с которыми на поверхность поступало 270 тыс. т растворённых веществ (в том числе сульфат-иона 131 и железа 0,1 тыс. т). В настоящее время объём шахтных вод, несмотря на закрытие большинства шахт, составил 78 млн м³/год и вынос растворённых веществ достиг 411 тыс. т (SO₄ — 211 и Fe — 6,5 тыс. т) [6].

Изменение химического состава подземных вод в Шахтинском районе ДНР в период 1960-х годов и настоящего времени приведено в таблице 1. В 50–60 гг. обобщение выполнено по результатам анализов

вод 180 источников и колодцев, а в настоящее время — по результатам 233 анализов вод. Изменения наглядно видны при сравнении средних значений: минерализация (М) увеличилась в 1,5 раза за счёт роста содержания большинства компонентов, что свидетельствует о существенном развитии процессов загрязнения грунтовых вод в Шахтинском угленосном районе.

Пресные воды питьевого назначения. Основным источником питьевого водоснабжения для городов, входящих в состав Донецкой области, являются воды реки Северский Донец, поступающие через канал «Северский Донец – Донбасс». Имеющее место в некоторых городах использование месторождений подземных вод как альтернативных источников воды более высокого качества не является определяющим. Малые реки области несут непомерно высокую техногенную нагрузку. Значительное количество их находится на пределе потенциала самовосстановления, а некоторые, протекая по зонам высокого загрязнения почв и грунтовых вод, фактически выполняют функции коллекторов сточных вод.

Таблица 1

Химический состав подземных вод Шахтинского района, мг/л

Период 1960-х годов							
pH, ед.	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	Минерализация
7,2	374	679	118	166	65	231	1566
Период 2007–2009 гг.							
7,2	345	869	435	209	87	444	2315

Река Северский Донец проходит через зону войны в Донбассе, впадает в российский Дон и дальше — в Азовское море. Она питает водой миллионы людей, но по её руслу как раз и проходит линия фронта, а её течение пополняют шахтные воды с закрытых шахт, отходы производств и сбросы канализации городов. Всё это течёт в Россию. При этом из-за войны система мониторинга с обеих сторон — Украины и России — практически не работает.

Наличие на берегах реки Северский Донец большого количества источников сбросов создаёт возможность возникновения неконтролируемых превышений концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах, несмотря на существующий контроль, осуществляемый лабораториями очистных сооружений. Данные о химическом составе проб питьевой воды из различных водоводов г. Донецка приведены в таблице 2 [7, 8].

Подземные воды. Приоритетным направлением при определении источников питьевого водоснабжения в Украине является максимальное использование подземных природных вод с глубинных горизонтов, казалось бы, хорошо защищённых от всех видов загрязнений, поэтому приведём оценку их экологического состояния.

В системе Государственного областного коммунального предприятия (ГОКП) «Вода Донбасса» эксплуатируется 67 подземных источников водоснабжения. В соответствии с отчётом о результатах санитарно-эпидемиологической оценки подземных водозаборов большинство источников имеют повышенное солесодержание, обуслов-

ленное природным составом воды. Отдельные источники не соответствуют нормативным требованиям по таким показателям, как железо, нитраты, фтор, марганец. Данные о химическом составе воды из подземных водозаборов приведены в таблице 3.

По показателям, указанным в таблице 3, а также по уровню общей минерализации (до 3500 мг/дм³) и общей жёсткости (35 мг-экв/дм³) качество воды приведённых подземных водозаборов не соответствовало требованиям ГОСТ 2874–82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества» ещё 10 лет назад. Однако следует отметить, что, учитывая нехватку питьевой воды достаточного качества и отсутствие альтернативных источников подачи воды, было позволено временно использовать подземные источники водоснабжения с отклонениями показателей качества воды по ГОСТ 2874–82 [8].

Результаты оценки качества воды водисточников в 2017–2018 гг. организациями «Вода Донбасса» и «Лугансквода» показали следующее. В части населённых пунктов (14 %) питьевая вода из системы централизованного водоснабжения по микробиологическим показателям соответствует Государственным нормам и правилам «Гигиенические требования к питьевой воде, предназначенной для потребления человеком» (ГСанПиН, далее 2.2.4–171–10). В то же время почти повсюду питьевая вода по физико-химическим показателям, в частности по минеральному составу и некоторым другим ингредиентам, превышает установленные нормативы (табл. 4) [9].

Таблица 2

Химический состав (мг/л) проб питьевой воды из различных водоводов г. Донецка

Cl ⁻	NH ₃	NO ₃	SO ₄	Fe	Cu	Zn	Pb	F ⁻	HCO ₃ ⁻	Ca	Mg
1,78	0,05	4,8	282,3	0,05	0,02	0,1	0,01	0,23	281	96,2	34

Таблица 3

Максимальные концентрации основных неорганических загрязняющих веществ в воде из подземных водозаборов, эксплуатируемых ГОКП «Вода Донбасса»

Fe ³⁺	Нитраты	Хлориды	Сульфаты	F	Mn
4,3 мг/дм ³	145 мг/дм ³	1440 мг/дм ³	1790 мг/дм ³	4,3 мг/дм ³	0,3 мг/дм ³

Таблица 4

Качество воды на 86 % водозаборов в Донбассе

Показатель, ед. изм.	Требования СанПиН 2.2.4-171-10	Факт
Жёсткость, ммоль/дм ³	7	9,9–26,1
Сульфаты, мг/дм ³	250	278–892
Хлориды, мг/дм ³	250	280–833
Сухой остаток, мг/дм ³	1000	273–2668
Железо, мг/дм ³	0,2	0,241–2,0

Таким образом, шахтные воды региона действительно оказывают влияние на водозаборы питьевой воды. Для доведения качества воды до санитарно-гигиенических требований необходимо строительство обезжелезивающих установок и станций локальной доочистки. Была разработана программа доведения качества питьевой воды до требований ГСанПиН 2.2.4-171-10 ориентировочной стоимостью **23206016 тыс. руб., или 40,8 руб. на м³ добываемой воды. Таких средств ни у республик, ни у инвесторов не нашлось, и проблема остаётся нерешённой.**

2. Подтопление шахтными водами

Территория Донбасса — особенная. Влияние шахтных подработок учтено в ряде нормативных документов [10], поэтому строительство и эксплуатация объектов осуществляется под контролем маркшейдерских служб.

Проводимые ныне инструментальные наблюдения интенсивности нарастания

темпов проседания грунта не внушают оптимизма. В результате длительного периода угледобычи происходят практически необратимые техногенные изменения состояния горного массива. Иллюстрацией этому являются данные длительных наблюдений за состоянием территории шахтного поля, где проходит канал «Северский Донец – Донбасс» (рис. 4).

Среднее годовое оседание реперов за 43 года составило 71 мм (максимальные оседания — на 200 мм в 1964 г., минимальные — на 21 мм в 1982 г.). Среднемесячное оседание равно 7 мм, что характеризует в целом плавный процесс. Характер графика на рисунке 4 свидетельствует о большой неравномерности процесса просадки. Трасса канала длиной 132 км с 1958 года просела местами на 3,1–3,2 м (рис. 5). Для защиты от вредного влияния горных подработок между анкерными опорами установлены сальниковые компенсаторы, позволяющие компенсировать деформации ±500 мм.

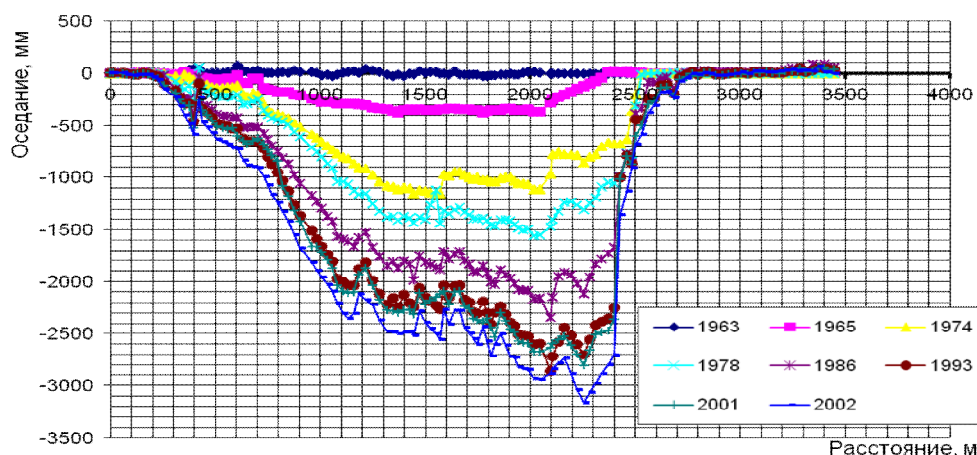


Рисунок 4 Графики оседания реперов канала «Северский Донец – Донбасс» за 40 лет подработки [по 11]



Рисунок 5 Общий вид дюкерного участка канала «Северский Донец – Донбасс» на поле шахты им. Ленина

Эксперты утверждают, что обнаружили около шести тысяч точек, где просадка поверхности составляет 80 мм в год, причём среди них есть точки, где провалы идут со скоростью 30 см в год и более [4]. Так, в двух городах Луганской области — Суходольске и Червонограде — на жилых улицах, застроенных девятиэтажными зданиями, определяются проседания в 120 и 200 мм в год. Эта ситуация — технологическая катастрофа, при которой в обозримом будущем могут начать рваться подземные коммуникации и идти трещины по домам (рис. 6, а). Также зоной существенного проседания поверхности являются отдельные участки в северной части Донбасса и городах Ясиноватая, Макеевка и Шахтерск (Донецкой области).

Бессистемное затопление шахт в результате несоблюдения надлежащего режима откачки шахтных вод в большинстве угледобывающих предприятий Центрального Донбасса способно вызвать резкое ухудшение гидрогеологической обстановки [3, 5]. Уровень воды в депрессионных

воронках постепенно будет восстанавливаться до статических величин. Избыточное увлажнение глинистых сланцев приведёт к потере ими структурной прочности вследствие тиксотропного эффекта. Они начнут размягчаться до состояния глиняной суспензии. Давление вымещающих пород будет выдавливать пластичную глину через трещины и пути миграции воды. Результатом станет осадка толщи пород и образование мульд сдвижения на поверхности (рис. 6, б). Оседание земной поверхности местами может достигнуть 3–4 м с образованием уступов до 0,8–1,2 м и разрушением всех попавших на них объектов и сооружений (рис. 7). Мульды сдвижения, имеющие замкнутый контур, будут затоплены. Образуются заболоченные участки поверхности в отметках ниже статического уровня воды.

При наблюдении за состоянием территории Алчевско-Стахановской и Горловско-Енакиевской агломераций в 2003 и 2016 годах на их территориях регистрировалось образование уступов (рис. 8).



Рисунок 6 Мульды, как причины разрушения зданий и сооружений



Рисунок 7 Образование уступа вследствие просадки грунта



Рисунок 8 Гистограмма распределения уступов по высоте

Стабильное во времени уступообразование не даёт оснований утверждать, что процесс вызван именно подтоплением территории.

Образование уступов как свидетельство деформации земной поверхности должно сопровождаться повреждением трубопроводных коммуникаций. На балансе предприятий «Вода Донбасса» и «Луганско-

да» находится примерно 6000+2000 км наружных водопроводных сетей. Прослеживая динамику аварийности трубопроводных сооружений довоенного и военного периодов (рис. 9), можно констатировать, что воздействие затопления шахт не оказало заметного влияния на их эксплуатационную работоспособность.

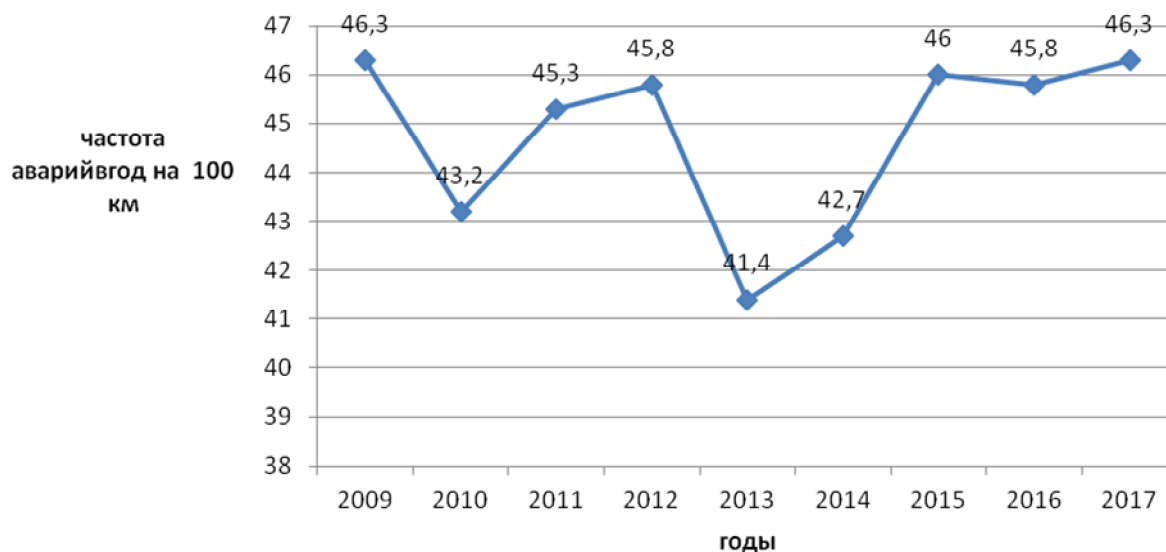


Рисунок 9 Динамика аварийности водопроводных коммуникаций в Донбассе

Вода — разрушительный фактор. Донецкий кряж — полоса возвышенностей высотой до 370 м, протянувшаяся с севера на юг примерно посередине Донецкой и Луганской областей. И так уж получилось, что линия боевого разграничения буквально повторяет геологический изгиб Донецкого кряжа. Подконтрольные Украине территории Донбасса находятся на 100–150 м ниже зоны разграничения, а города Бахмут (бывший Артёмовск) и Соледар находятся буквально в 30–35 км от линии активных боестолкновений. Город Соледар расположен на высоте 100 м над уровнем моря, в то время как соседние города расположены на 120–200 м выше, то есть в случае наличия под этими городами скопления подземных вод вся эта жидкость под наклоном устремится вниз — к Соледару. В окрестностях города с незапамятных времён добывали соль. За столетия соле-

добычи под городом образовались полости-пустоты высотой 30–35 м.

Они никак не раскреплены, то есть соль держит сама себя. В пласте соли, толщина которого составляет 40–50 м, комбайнами вынимали середину в 30 м высотой. И всё. Ширина выемки обычно составляет 14–15 м, затем оставляют целик и рядом бьют новую выработку. Соляные столбы и крыша из соли на них толщиной 10 м держат на себе 300 м грунта и город. Общая протяжённость выработок — более 200 км.

В итоге площадь пустоты под городом намного больше самого города, и Соледар сейчас напоминает своего рода летающий остров: он парит на соляной подушке над выработками, которые образованы в результате многолетней добычи соли. А её, по подсчётам специалистов, изъяли свыше 280 млн тонн. Объём пустоты под городом — более 110 млн м³ (рис. 10 [4]).

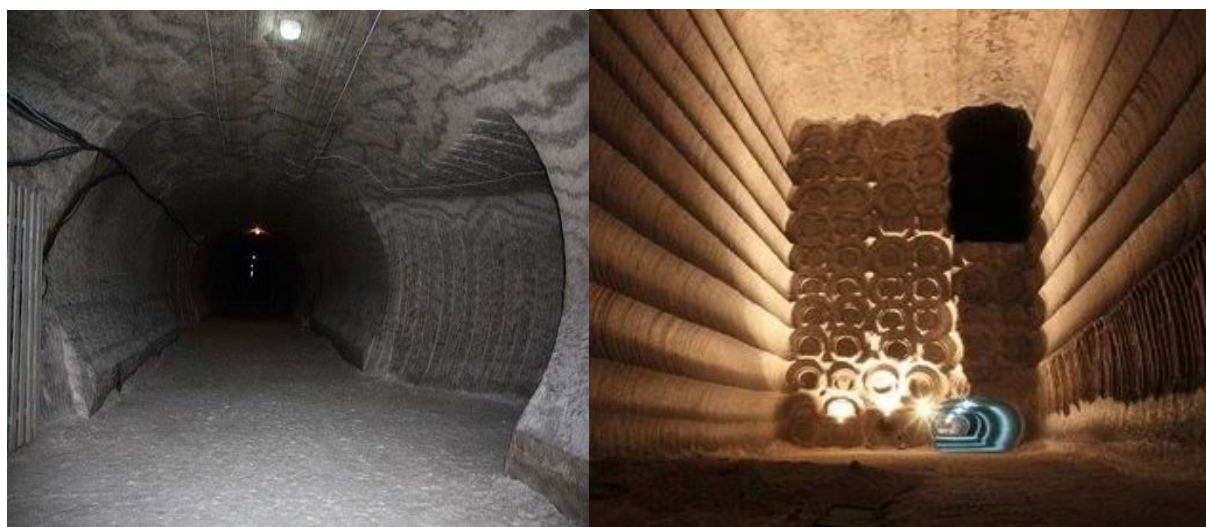


Рисунок 10 Соляные выработки

Рядом с Соледаром и Бахмутом находится город Горловка, расположенный на вершине главной антиклинали Донбасса на высоте 295–310 м над уровнем моря. Все горные породы залегают под крутым углом от Горловки крыльями в разные стороны.

Все шахты Горловки сегодня затоплены, но, поскольку соседние города лежат ниже, вода здесь никогда не выйдет на поверхность, а вместе с грунтовыми водами и водой от естественных осадков будет сливаться из Горловки по направлению падения пластов, формируя подземные реки.

Спад одного крыла начинается от шахты им. Гагарина на г. Торецк, и именно с этого города начинается так называемая Торецкая котловина; спад второго крыла тянется от г. Енакиево на г. Кировск, и оба спада сливают воду на так называемую Бахмутскую котловину, над которой и расположены города Бахмут и Соледар, под которыми находятся соляные пустоты высотой в десятки метров.

Получается, подземные воды из затопленных шахт городов Горловки и Торецка (бывший Дзержинск) сейчас просачиваются на г. Бахмут, где меловые породы и гипс, которые тоже становятся мягче от воды, вымываются и дальше под углом стремятся под г. Соледар. Под г. Бахмутом мно-

го пустот и выработок: там есть выработки от добычи соли, гипса и мела. Именно в меловых отложениях есть карстовые пустоты, способные формировать подземные озёра, накапливая воду длительное время.

С другой стороны этой «чаши» расположены города Енакиево и Кировск, чьи шахты вследствие боёв также оказались затопленными. И снова-таки вода с них будет просачиваться под г. Соледар, так как падение горных пород ведёт именно в этом направлении и оба они на 100 м выше города. Соль — очень крепкий минерал, соляные столбы держат на себе десятки квадратных километров г. Бахмута и г. Соледара, но перед водой они бессильны. Накопление воды ведёт к образованию подземных рек, а последние, естественно, текут туда, куда уклон, который расположен в сторону Бахмутской котловины. Соляные столбы перед подземной рекой устоят несколько часов. Неизвестно, сколько воды уже скопилось и сколько выработок они уже подмыли.

В 2014 году в Пермском крае Российской Федерации буквально мгновенно огромный провал поглотил часть дачного поселка. В пропасть рухнули деревья, дома. И только каким-то чудом в месте провала не было людей (рис. 11).



Рисунок 11 Провал дачного посёлка в Соликамске [4]

Причиной провала стало подтопление шахты «Уралкалия». Несмотря на систему гидрозакладки и мощные пласты глины, которые защищали соль от проникновения воды, добыча соли в промышленном масштабе создала трещинки, по которым вода стала проникать в подземные полости, пустоты и накапливаться между слоями пород. В результате размыва слабых пород в слоях глины образовались подземные озёра. В какой-то момент они промыли себе дорогу и в выработке действующей шахты. Произошло подтопление. Уже через два дня после подтопления шахты произошёл провал грунта на расстоянии почти 4 км от неё, то есть вода за день промыла себе путь в 4 км к старым заброшенным выработкам и объединила их в большую полость, что и привело к обрушению. Всего за три месяца провал увеличился в 4 раза. В Пермском крае возле Соликамска никто не предполагал возможности провала поверхности, и он стал полной неожиданностью. Но там объёмы добычи и выработок были в сотни раз меньше, а на поверхности стоял пустующий и заброшенный дачный посёлок. Над Бахмутской котловиной множество посёлков и два довольно крупных города — Бахмут и Соледар, и в общей сложности над пустотами соляных выработок сейчас проживает более 100 тыс. человек. Масштаб возможной трагедии может быть невероятным.

Вытеснение метана из почвы шахтными водами пока не регистрируется.

3. Оценка техногенных опасностей и рисков в Донбассе

За 200 лет истории индустриального освоения территории Донбасса добыто до 12 млрд куб. м угля и пород, объём созданных горных выработок превышает 8 млрд куб. м, а площадь нарушенных в результате техногенной деятельности территорий достигает 15 тыс. кв. км. При подъёме уровней минерализованных подземных вод до критических глубин менее 3 м от поверхности ускорится процесс дополнительного осадения и горизонтальных сдвигов поверхности, что приведёт к опасной деформации и разрушению жилых и промышленных комплексов, нефте- и газопроводов, коммунальных сетей, участков железных дорог, других объектов критической инфраструктуры.

На примере повреждения некоторых объектов оценим последствия подъёма шахтных вод в регионе.

3.1. Верхнекальмиусская фильтровальная станция (ВФС) расположена на южной окраине г. Ясиноватой. На её территории в резервуарах под давлением хранится более *300 т сжиженного хлора*, который используют для очистки воды. В случае его утечки возникнет серьёзный риск для здоровья людей. Согласно оцен-

ке, в худшем случае катастрофа может затронуть *400 тыс. людей*.

3.2. Донецкая фильтровальная станция (ДФС) находится на линии фронта между городами Авдеевкой и Ясиноватой. На её территории хранится 9000 л сжиженного хлора. В случае его утечки возникнет серьёзный риск для здоровья людей, находящихся в радиусе 200 м от хранилища (в зависимости от погодных условий и объёма утечки) может пострадать до *30000 людей*.

3.3. Горловская фильтровальная станция № 2 расположена к западу от города Горловка; от работы этого объекта зависит водоснабжение более *2 млн человек*.

3.4. Никитовский ртутный комбинат. Здесь ртуть добывали в течение нескольких десятилетий, это опасный с экологической точки зрения объект. На сегодняшний день здесь имеются пять заброшенных ртутных шахт глубиной от 40 до 180 м и отвал пустой породы. Если допустить, что вода поднимется до этих отметок и как-то выйдет на поверхность, она попадёт в Северский Донец — и можем получить катастрофу, сравнимую с Чернобылем.

3.5. Дзержинский фенольный завод. В посёлке Новгородское, расположенном в 35 км к северу от Донецка, находится Дзержинский фенольный завод, где применяются нафталин, фенол и другие токсичные вещества. Фенол — токсичное вещество, также известное под названиями карболовая кислота, гидроксibenзол и моногидроксibenзол. Оно легко воспламеняется, имеет высокую коррозионную активность и резкий приторно-сладкий запах. Фенол быстро усваивается вне зависимости от того, каким путём попадает в организм человека, и вызывает симптомы общего отравления. Там же расположен шламонакопитель с 400 куб. м отходов фенольного и нафталинового производства. Дамба шламонакопителя частично повреждена в результате обстрелов. Повреждён трубопровод, через который ведётся откачка воды, и в настоящее время уро-

вень жидкости в накопителе достиг критической отметки. Результатами подтопления могут стать схождение ядовитого слевого потока, образование токсичного облака, заражение реки Кривой Торец, гибель людей. Под угрозой экологической катастрофы находятся в первую очередь посёлки Новгородское и Нелеповка с населением 13 тысяч человек.

3.6. Луганская тепловая электрическая станция, расположенная к северо-востоку от Луганска, обеспечивает электроэнергией более 1 млн человек. На электростанциях хранится значительный объём полихлорированных дифенилов, которые в случае попадания в окружающую среду вызовут загрязнение почвы и воды.

3.7. Шахта «Юный коммунар» в городе Юнокоммунаровске, что в сорока километрах от Донецка. Известной на весь мир она стала после ядерного эксперимента, проведённого в 1979 году на глубине 903 метра. Образовавшуюся в результате ядерного взрыва капсулу — объект «Кливаж» — теперь поглотит вода, что не исключает обширного радиоактивного заражения территории.

3.8. Углегорская тепловая электростанция — потенциально опасный объект, расположенный к северо-западу от посёлка Новолуганского. С 2015 года по электростанции нанесено более 100 артиллерийских ударов, в результате чего она сильно пострадала. Если подача энергии к жилым районам и промышленным предприятиям прекратится, местные жители останутся без отопления и электричества; кроме того, обесточенным окажется горно-шахтное оборудование и насосные станции. Это приведёт к заполнению шахт водой и попаданию загрязняющих веществ в окружающую среду.

3.9. Полигон в селе Фугаровка. Наиболее экологически опасным объектом Луганской области является единственный специализированный полигон для размещения твёрдых промышленных отходов химических предприятий Лисичанско-

Рубежанского региона, площадь которого составляет около 40,12 га, где накоплено 98 % опасных отходов всей области. По неизвестным причинам объёмы накопления всех отходов на территории Луганской области, подконтрольной украинским властям, в сравнении с 2015 годом уменьшились почти на 16 млн 184 тыс. т. При развитии неблагоприятного сценария по подтоплению территорий шахтными водами с

одновременным поднятием уровня грунтовых вод токсичные отходы полигона вызовут экологическую катастрофу не только в регионе, но и на территории РФ через реки Северский Донец, Дон и Азовское море [12].

В случае самого негативного развития событий в регионе может произойти масштабная техноприродная катастрофа, характеристика которой в соответствии с [13] представлена в таблице 5.

Таблица 5

Техноприродные опасности и риски Донбасса

Уровень и признак выделения	Классификационная группа риска
1. Генезис	Техноприродный
2. Среда развития	Инженерно-геологический, инженерно-гидрологический
3. Механизм	Подтопление территорий, техногенные сдвиги, смещения, загрязнение воды
4. Масштаб	Региональный, межгосударственный
5. Характер влияния	Перманентный
6. Полнота учёта	Суммарный (от нескольких опасностей)
7. Форма проявления	Территориальный
8. Сфера фиксации	Социальный, вещественный, экономический, экологический
9. Форма выражения	Комбинированный
10. Уровень предупреждения	Частично предупреждённый
11. Индивидуальный риск, чел/год	Очень большой (10^{-5})
12. Экономический риск (тыс. руб./га · год)	Очень высокий (100–200)

Оптимистическое заключение и выводы. Опасность затопления шахт несколько преувеличена. Шахты Донбасса в XX веке затапливались неоднократно: в двадцатых годах четверть шахт региона была затоплена. А в период второй мировой войны почти все угледобывающие предприятия были разрушены. Когда нацисты отходили с Донбасса, то разрушали вентиляционные стволы и топили выработки. Однако после освобождения Донбасса воду из шахт откачали и продолжили добывать уголь. Горные инженеры перед затоплением рассчитывают время, за которое вода наполнит выработки и когда начнёт выходить на поверхность. В среднем, если перестать откачивать воду, шахта затопится за несколько лет. Время вы-

хода воды на поверхность составляет от 2 до 23 лет. Опасность в том, что зачастую невозможно предугадать, где именно вода выйдет на поверхность, если шахту затопили не по правилам.

Сложившаяся в 2014–2015 годах ситуация с упадком угледобывающей сферы в связи с боевыми действиями для Луганщины не нова.

За годы оккупации немецко-фашистскими войсками (1941–1943 гг.) угольная промышленность была практически уничтожена. Все шахты были взорваны и затоплены, уничтожена инфраструктура, практически полностью отсутствовали квалифицированные специалисты. Всего в угольной промышленности было разрушено 314 шахт союзного и 213 местного под-

чинения, общая ежегодная добыча угля которых составляла почти 40 млн тонн, сожжено и разрушено 2558 производственных сооружений.

Общая сумма убытков, нанесённых народному хозяйству, в отрасли по Ворошиловградской области составила около 17 млрд рублей.

Как и сегодня, многочисленные скептики утверждали: восстановить угольную промышленность Донбасса нереально. Так, в американской прессе неоднократно публиковалось мнение «объективных наблюдателей», утверждавших, что «Донбасс омертвел на столетие».

При этом уже через неделю после освобождения Ворошиловграда (22 февраля 1943 года) Государственным Комитетом Обороны СССР принято постановление «О восстановлении угольных шахт Донбасса», предусматривающее безотлагательные меры для обеспечения Донбасса квалифицированной рабочей силой, инженерно-техническими работниками, оборудованием и продовольствием.

В течение первого года восстановительных работ из затопленных шахт было откачано более 60 миллионов кубических метров воды (всего для возрождения всех шахт необходимо было откачать 585 млн м³ воды).

Оправдался и расчёт на использование на первых порах мелких шахт. Оснащённые относительно несложным оборудованием, они давали более 70 % добываемого угля (более 2,5 млн тонн в год).

Учитывая схожесть ситуации, с которой столкнулась Луганская Народная Республика в 2014 году, была использована аналогичная стратегия восстановления и развития угольной промышленности.

Так, параллельно с осушением, восстановлением и запуском крупных шахт, пострадавших от агрессии вооружённых сил Украины, в Республике начали работу «малые шахты». Это позволило не только наполнить бюджет за счёт налогов и сборов новых предприятий и предоставить гражданам рабочие места, но и обеспечить

контроль за деятельностью таких недропользователей, усилить борьбу с незаконной добычей полезных ископаемых — «копанками», выведя эту, часто проблемную, область экономики из тени. Так, по данным Министерства топлива и угольной промышленности Луганской Народной Республики, уже в мае 2017 года в законном поле работу осуществляли 55 субъектов. Ещё более 150 подали соответствующие документы для регистрации.

Несмотря на тяжёлую военную, политическую и экономическую ситуацию, уделено значительное внимание поддержанию на безопасном уровне гидродинамической обстановки в регионе. Помимо работ по осушению затопленных шахт, для обеспечения безаварийного режима работы водоотливных комплексов и борьбы с подтоплением территорий распоряжением Совета Министров Луганской Народной Республики от 17.04.2015 года № 02–05/83/15 создано Государственное унитарное предприятие ЛНР «Углереструктуризация». На сегодня оно обеспечивает работу водоотливных комплексов ранее ликвидированных шахт им. П. Л. Войкова, «Славносербская» (участок бывшей ш. «Романовская»), «Никанор», им. В. Володарского, «Ворошиловская», «Центральная», им. С. Тюленина, им. Ф. П. Лютикова, «Брянковская», обеспечивая общий водоотлив в объёме более 38 млн м³/год (это 50 % довоенного объёма). Указанные работы ведутся за счёт бюджета Республики. Для 10-ти шахт ДНР, которые закрываются (им. Калинина, им. Ленина (Горловка), «Булавинская», «Ольховатская», «Красный Профинтер», «Красный Октябрь» (Енакиево) и др.) построено 6 водоотливных комплексов.

Немаловажным фактором является и то, что, невзирая на военную агрессию и экономическую блокаду Украины, Республики сохранили самое важное — желание сохранять угледобывающую сферу экономики, решать возникающие проблемные вопросы и привлекать для этого грамотных специалистов.

Выводы:

1. Нестабильная социально-экономическая ситуация в регионе, вызванная военным противостоянием, привела к массовому затоплению шахт Центрального Донбасса, что является угрозой развития опасных экологических последствий.

2. Из возможных негативных последствий реализовано в полной мере одно — ухудшилось качество поверхностных и подземных вод, что требует серьёзных финансовых затрат на доведение их качества до приемлемого санитарно-гигиенического уровня.

4. Малозаметные проявления деформации поверхности территории пока не связа-

ны с подъёмом уровня шахтных вод, а носят характер естественного проседания толщ пород над выработанными горизонтами.

5. Несмотря на военное противостояние, угольные предприятия Республик осуществляют водоотлив примерно половины доведенных объёмов шахтных вод. На подконтрольной Украине части территории Донбасса экономическая ситуация осложняет полноценную откачку воды из расположенных там шахт. В случае увеличения притока шахтных вод в сроки примерно от 2 до 20 лет в регионе возможно развитие самого неблагоприятного сценария — масштабной природно-техногенной катастрофы.

Библиографический список

1. Чем грозит затопление шахт на Донбассе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://dnews.dn.ua/news/629661>.
2. Зона отчуждения — Донбасс [Электронный ресурс] // Громадское. — Режим доступа: https://ru.hromadske.ua/special/zona_otchuzhdeniya_donbass.
3. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины [Текст]: монография / под ред.: Ю. Н. Гавриленко, В. Н. Ермакова. — Донецк: НОРД-ПРЕСС, 2004. — 631 с.
4. И войны не надо: на Донбассе может «утонуть» целый город [Электронный ресурс]. — Режим доступа: raportikon.org/articles/94299-i-vojjny-ne-nado-na.
5. Донбассу грозит техногенная катастрофа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://newizv.ru>.
6. Марковский, Ю. Е. Экспресс-контроль параметров качества питьевой воды [Текст] / Ю. Е. Марковский // Наукові праці Донецького національного технічного університету. — Донецьк, 2003. — Вип. 58. — С. 94–100.
7. Марковский, Ю. Е. Экологическое состояние природных вод Донбасса [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://confcontact.com>2008oktInet_tezi/gg_markovsky.php.
8. Гавришин, А. И. О формировании химического состава подземных вод в Шахтинском угленосном районе Восточного Донбасса [Текст] / А. И. Гавришин, В. Е. Борисова, Е. С. Торопова // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 5. — С. 111–115.
9. Оценка рисков КП «Попаснянский водоканал»: отчёт КППРВ [Текст]. — Донецк, 2017. — 61 с.
10. СНиП 2.01.09–91. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных почвах [Текст]. — Введ. 1992-01-01. — М.: Стройиздат, 1992. — 32 с.
11. Грабар, О. В. Дослідження впливу підробки територій на втрати води в техногенних регіонах та вибір оптимальних технологій поповнення втрат [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01 / Грабар Олена Вікторівна. — Донецьк: ДНУ, 2010. — 20 с.
12. Дрозд, Г. Я. Состояние природно-урбанизированной среды территории Луганщины под управлением временной военно-политической администрации как проявление экоцида [Текст] / Г. Я. Дрозд, М. Ю. Хвортова // Вестник Луганского государственного университета им. В. Даля. — 2018. — № 8 (14). — Луганск: ЛНУ. — С. 63–76.
13. Рудько, Г. І. Моніторинг процесонебезпечних територій та розрахунок ризику техноприродних аварій і катастроф [Текст] / Г. І. Рудько, Є. О. Яковлев, О. Л. Рагозін. — К.: Товариство «Знання» України, 1997. — 79 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф., директором Института строительства, архитектуры и ЖКХ ЛНУ им. В. Даля Андрійчуком Н. Д., к.т.н., доц., и. о. зав. каф. СК ДонГТУ Псюком В. В.

Статья поступила в редакцию 05.03.19.

д.т.н. Дрозд Г. Я. (ІБА і ЖКГ ЛНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, ЛНР, drozd.g@mail.ru)

ШАХТНІ ВОДИ ЯК ФАКТОР РИЗИКУ ТЕХНОГЕННІЇ КАТАСТРОФИ ДЛЯ ДОНБАСУ

Розглянуто ризики затоплення шахт Центрального Донбасу, яке викликане підвищенням рівня ґрунтових вод, що створює загрозу руйнування будівель і споруд та отруєння поверхневих і підземних вод. Проаналізовано в історичному контексті якості води джерел Донбасу. Розглянуто приклади деформації поверхні території регіону і її вплив на аварійність трубопровідних інженерних мереж. Виконано прогноз розвитку ситуації в регіоні внаслідок підтоплення і оцінено масштаб і характер потенційної природно-техногенної катастрофи.

***Ключові слова:** шахтні води, якість води, підтоплення, просідання ґрунтів, аварія, екологічна та техногенна катастрофа.*

Doctor of Tech. Sc. Drozd G. Ya. (IBA and HCS LNU after V. Dahl, Lugansk, LPR, drozd.g@mail.ru)

MINE WATER AS A RISK FACTOR OF TECHNOLOGICAL DISASTER FOR THE DONBASS

There have been studied the risks of flooding of mines of the Central Donbass. Flooding causes rising in the groundwater level, which poses a threat of destruction of buildings and structures and poisoning of surface and groundwater. The water quality of the Donbass water sources is analyzed in the historical context. The examples of deformation of the region surface and its impact on the accident rate of pipeline engineering networks are considered. The expected development was made for the situation in the region due to flooding and the scale and nature of potential anthropogenic disaster were assessed.

***Key words:** mine water, water quality, flooding, subsidence, accident, environmental and technological disaster.*