

УДК 550.8.05:556.332.46:622.83

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЛІКВІДАЦІЇ ШАХТИ № 8 СОЛОТВІНСЬКОГО РОДОВИЩА КАМ'ЯНОЇ СОЛІ МЕТОДОМ ЗАТОПЛЕННЯ

Артеменко П. Г., Педченко С. В., Ягмур А. Б.
(УкрНДМІ, м. Донецьк, Україна)

В статье рассмотрен вопрос, касающийся изучения гидрогеологических процессов, возникающих в результате затопления шахты № 8 ГП «Солотвинский солерудник», а также изложены научные и инженерные предложения, касающиеся минимизации последствий влияния затопления выработок рудника на окружающую природную среду.

The article describes the problem related to the study of hydrogeological processes that arise in connection with water hazard at the Mine no. 8 belonging to the public entity Solotvino Salt Mine. Proposed also are scientific and engineering solutions for minimization of environmental impact of water hazard of mine workings.

За роки експлуатації Солотвинського родовища кам'яної солі (більше 220 років) було побудовано дев'ять рудників, у тому числі й ті, які функціонували на території Солотвинського підприємства дотепер, - це рудники № 8 та № 9.

Гідрогеологічну ситуацію родовища визначають кілька водоносних горизонтів.

Надсолеві води приурочені до четвертинних алювіальних горизонтів заплавної і надзаплавної терас. Відмічені горизонти знаходяться у гідравлічному зв'язку та різною мірою беруть участь у обводненні родовища. Певну роль у обводненості соляного покладу відіграють поверхневі водотоки та водоймища: струмки Глод та Ізвор, а також озера у західній частині родовища

(ділянка «Затон»). Четвертинні відклади представлені, в основному, галечниками.

Заплавні води – дзеркало знижується від річки Тиса до солоних озер, що обумовлено підпором ґрунтових вод водами річки Тиса.

Води першої надзаплавної тераси дренуються заплавною терасою, нижньою частиною Тиса-штольнею та низкою джерел. У районі Затону потужність невитримана. Максимальна потужність становить 32,3 м. На корінних породах, в основному, потужність становить 3–9 м. Рух потоку в районі Затону з південного заходу на захід в бік річки Тиса. В період паводків підземний потік внаслідок підпору підземних вод приймає північно-західний та західний напрямок. Було відмічено ухил потоку від Тиси до Затону.

У північній частині тераси на межі її з другою надзаплавною терасою підземний потік спрямований з північного сходу на південний захід з боку другої надзаплавної тераси. При цьому значне підживлення спостерігалось з боку озер. Водонесний горизонт грає основну роль у питаннях обводнення західної частини соляного родовища.

Води другої надзаплавної тераси займають значну площу, поширені в межах східної частини та південного краю соляного купола. Дренується, головним чином, водоуловлюючими спорудами, джерелами вздовж південного схилу та перетоком в першу надзаплавну терасу. Грає найбільшу роль у обводненні родовища. Живлення атмосферне та розвантаженням вод третьої тераси і г. Магури, а також на ділянці Чорного Мочара – напірні води.

На ділянці «Затон» виникає злиття трьох потоків:

- підруслового, який звертає в районі Затону на захід;
- води першої надзаплавної тераси;
- води другої надзаплавної тераси, які надходять зі сходу; вони пересичені хлористим натрієм під час проходження безпосередньо через соляне дзеркало.

Води другої та третьої тераси – водонесний горизонт має площинне живлення та приурочений до галечників та делювію. Дренується балками, байраками, схилами Хребта Магура. Потужність горизонту досягає 5–6 м. Живлення – атмосферне та підживлення водами корінних порід.

Білясолеві води приурочені до бокових порід, які представлені аргілітами, мергелями, піщаними туфами. Порооди сильно тріщинуваті, тому води відносять до вод тріщинного типу, в основному, напірних. Обводнення зумовлене ступенем тріщинуватості і меншою мірою залежить від літолого-петрографічного складу. Підвищеним дебітом характеризуються місця диз'юнктивних порушень.

Контакт між соляним тілом та вміщувальними породами тектонічний. Є дві характерні особливості Солотвинської структури:

- наявність зон дрібнення, брекчування, тріщинуватості вміщувальних порід в зоні їх контакту з соляним тілом;
- слабе загортання шарів вміщувальних порід до денної поверхні.

На крилах та в замках більш великих складок спостерігається широкорозвинена дрібна складчастість.

Внутрішня складчастість соляної товщі зумовлена пластичними властивостями кам'яної солі, завдяки яким навіть в найбільш напружених і різких складчастих формах порода не втрачає своєї цілності, не розривається, не дробиться, складки не супроводжуються диз'юнктивними порушеннями. Теригенні породи внаслідок більшої своєї жорсткості під час вичавлювання соляного штока були не тільки зім'яті, але й розбиті системою тріщин, роздроблені на окремі глиби, блоки і куски різноманітної форми.

Перші шахти закладались у приповерхневій частині куполу, тобто у зоні вилуговування. Усі затоплені рудники розташовані у центрі родовища на ділянці «Затон», і навіть при невеликій їх глибині не могли вплинути на стан земної поверхні, тому що їх існування сприяло розвитку суфозних процесів та порушенню природної ситуації по гідрогеологічним умовам. Усі спроби гірників, які збудували велику мережу дренажних виробок і вели боротьбу з припливами розсолів в шахтах, не змогли зупинити процес проникнення води в шахти. Припливи води збільшувались з великою швидкістю, що завжди приводило до припинення гірничих робіт і передчасної загибелі рудників.

Зараз становище на родовищі катастрофічне: процеси надходження агресивних вод у рудники призводять до динамічного розвитку карсту і провокують ще більше зростання водопритливів. Карстові провали мають величезні розміри, дуже швидко розвиваються, формуються практично на всю товщину надсолевих відкладів і охоплюють верхню частину соляного тіла. Раніше на поверхні родовища фіксувалася велика кількість дрібних карстових форм, але з пониженням базису дренажу (до 375 м на руднику № 8 і 430 м на руднику № 9) значно збільшились розміри провальних воронок і їх глибина, активізувались гідрогеологічні процеси у зоні Чорного Мочара.

В даний час на поверхні родовища має місце швидкий розвиток декількох дуже крупних провалів (в плані до 100 і більше метрів), причому, одна з воронок (над камерою 7^{зап} рудника № 8) сформована на всю товщину надсолевих покладів – зяюче днище воронки занурюється в соляний масив. Ця воронка дуже швидко розвивається, на що показують тріщини біля її бортів, постійний гул, що долинає з глибини. Ці факти свідчать про те, що процеси руйнування йдуть безперервно. На жаль, ця воронка не огорожена, доступ людей і тварин до її бортів можливий.

Над гірничими виробками рудника № 8 має місце велика кількість карстових воронок, деякі з них засипані (часто – просто сміттям). Більшість воронок інтенсивно розвивається, у тому числі воронка на промисловому майданчику. Воронка, що знаходиться на промисловому майданчику рудника № 8, постійно засипається, але матеріал засипки одразу осідає. Зростання цього провалу, на наш погляд, призупинений тільки тому, що на шляху його подальшого розвитку мають місце залишки підземних споруд, які тимчасово припинили процеси руйнування. При подальшому її розвитку ця воронка може спровокувати деформації верхньої частини головного ствола (відстань від воронки до ствола не перевищує 70 м).

Для засипки воронок в останній час використовувався галечник, який розроблявся екскаваторами на поверхні родовища, що, в свою чергу, призвело до прискорення процесів вилуговування солі за рахунок інфільтраційних вод.

Крім того, взагалі становище на руднику дуже складне: надії зовсім зупинити водопріплив сьогодні вже немає (якщо тільки повністю не осушити родовище).

На початку 2010 року у зв'язку з погіршенням метеорологічних умов (танення снігу та дощові опади) у підземних гірничих виробках шахти № 8 ДП «Солотвинський солерудник» зафіксовано збільшення припливу води з 150 м³/год. до 280 м³/год. із східного та західного флангу шахтного поля.

Водовідливний комплекс шахти № 8 знаходився у аварійному стані і прийняти такий приплив води не зміг.

При проведенні обстежень гірничого відведення встановлено розвиток головних провалів:

- у напрямку південь-захід – провал шахти № 8;
- у напрямку південь-схід – провал рудника № 7;
- незначний розвиток провалу «Чорний Мочар» у північному напрямку.

У травні 2010 року погіршилася гідрогеологічна ситуація на території родовища у зв'язку з надмірними атмосферними опадами, внаслідок чого у стволах «Вентиляційний» та «Головний» шахти № 8 виникли інтенсивні припливи води, які супроводжувалися проявом карстоутворення на поверхні. Крім того, біля будівлі ствола «Вентиляційний» шахти № 8 утворився провал, обсяг якого на період утворення склав 84 м³. Протягом 10 днів з моменту утворення провал збільшився до 184 м³, що призвело до руйнування ствола до глибини 32–41 м від поверхні й супроводжувалося вивалом ґрунту в ствол.

Відкачування розсолів зі ствола шахти № 9 упродовж всього літнього періоду у кількості 100–140 м³/год. спровокувало збільшення надходження агресивних прісних підземних вод до поверхні соляного купола та посилення руйнівних процесів в стволах шахти № 8, а також призвело до незворотних руйнівних процесів як на території гірничого відведення шахти № 8, так і за його межами. Так, провальна воронка біля ствола «Вентиляційний» вже має об'єм біля 20000 м³. Провал постійно засипають, але воронка поширюється.

Аналіз результатів експериментальних геомеханічних досліджень за розвитком деформацій земної поверхні на території

Солотвинського родовища, підтвердив загальні тенденції штучної зміни рельєфу як в період роботи шахти № 9, так і після її закриття і затоплення гірничих виробок. У зв'язку з аварійною ситуацією на вентиляційному стволі шахти № 8 і початком затоплення її гірничих виробок на цій ділянці виконано закладення спостережної станції за розвитком деформацій і проведені інструментальні виміри.

Експериментальні спостереження за деформаціями (осіданнями) земної поверхні у 2010 році, а також за весь період обстежень показали:

- 1) Проммайданчик шахти № 9:
 - осідання – у 2010 році становлять до 17 мм;
 - за весь період спостережень, починаючи з вересня 2007 року до вересня 2010 року, – до 169 мм.
- 2) Під'їзна колія до проммайданчика шахти № 9:
 - за зазначений період – до 19 мм;
 - за весь період спостережень – до 258 мм.
- 3) Грунтова дорога на ділянці шурф № 19 – шахта № 9:
 - за зазначений період – до 120 мм;
 - за весь період спостережень – 232 мм (репер 91).

На ділянці між реперами 105 і 91 зростає ступінчасте зрушення дороги, зафіксоване у червні 2011 року. Зона зрушення вздовж ґрунтової дороги становить майже 100 м. Глибина зрушення (амплітуда) досягла 2 м. Це зрушення лягає на одну лінію з новими карстовими воронками до 12 м у діаметрі між провалом «Чорний Мочар» і ґрунтовою дорогою (рис. 1).

4) Після другої серії спостережень на реперах, закладених у травні 2010 року на ділянці вентиляційного ствола шахти № 8, зафіксовано осідання 40 мм східної стінки наземної споруди вентиляційного ствола.

Друга серія інструментальних вимірів, яка виконана у вересні 2010 року, зафіксувала зростання швидкості осідання земної поверхні по закладених профільних лініях. Крім цього розпочався процес розвитку нових карстових воронок, це свідчить про посилення активізацію процесів карстоутворення. На проммайданчику рудника № 9 після відкачування води (100–150 м³/год) акти-

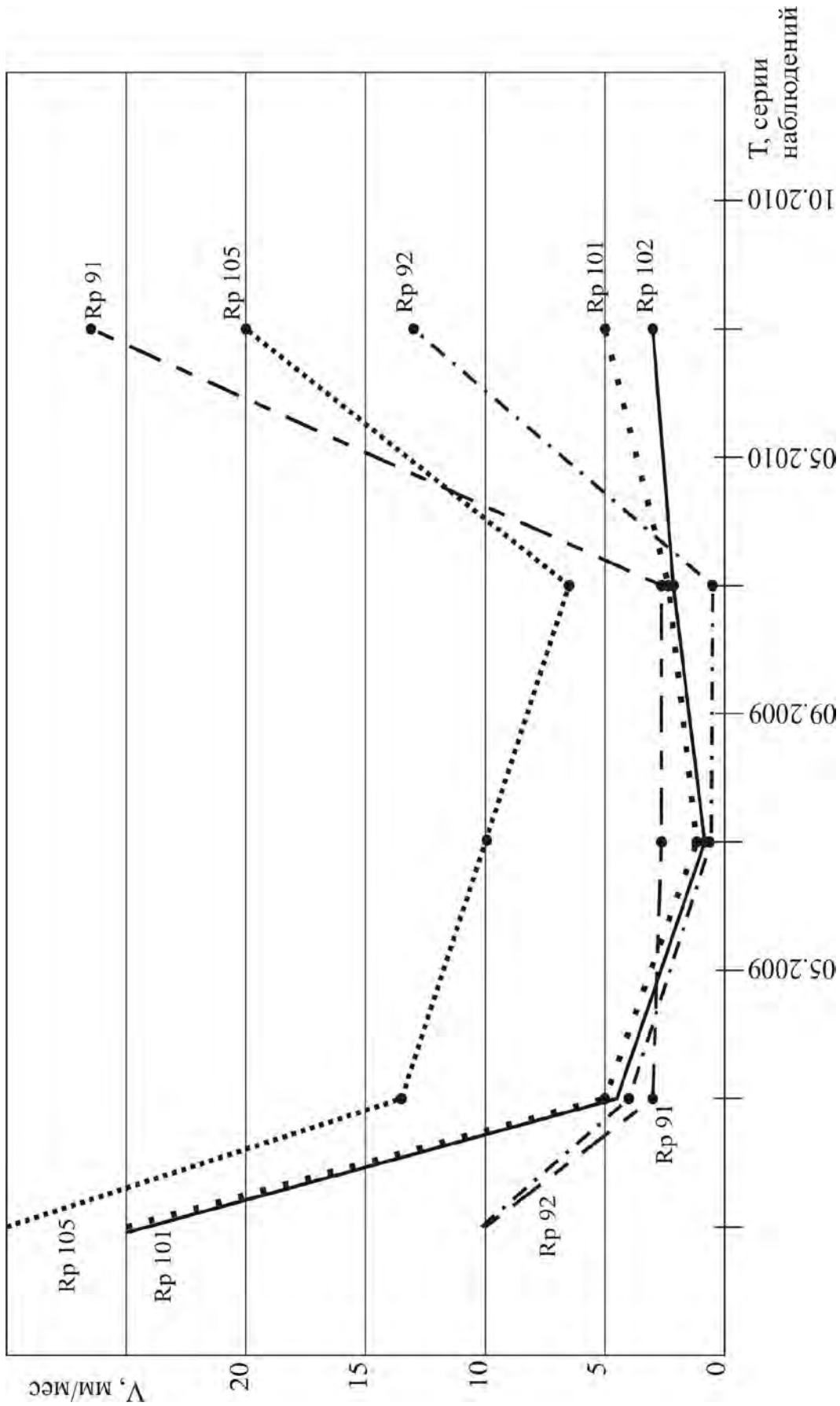


Рис.1. График изменения скорости оседания дневной поверхности

візувалися процеси осідання. Динаміка розвитку об'ємів основних провалів у період 2007–2010 роках показує:

- провал шахти № 8 (рис. 2):
 - у 2007 році – об'єм становив 400000 м³;
 - у 2010 році – об'єм становив 730000 м³;
- провал рудника № 7 (рис. 3):
 - у 2007 році – 435000 м³;
 - у 2010 році – 1110000 м³;
- розвиток провалу «Чорний Мочар» (рис. 4):
 - у 2007 році – 40000 м³;
 - у 2010 році – 55000 м³.

Гідрогеологічна ситуація на території ДП «Солотвинський солерудник» характеризується постійно зростаючими неконтрольованими водоприпливами, які провокують динамічний розвиток карстових процесів, які, в свою чергу, й обумовлюють збільшення водоприпливів.

Утворення на земній поверхні таких форм рельєфу як вирви, тріщини, провальні воронки та воронки зрушення вже сьогодні створює техногенну катастрофу в регіоні, що представляє погрозу не тільки підприємству, але й селищу в цілому.

Слід також відзначити, що в історії експлуатації родовищ кам'яної солі підземним (шахтним) способом не було ще випадку, щоб можливо було зупинити надходження вод такого порядку в гірничі виробки. Всі спроби перекрити доступ води приводили тільки до тимчасового зниження водоприпливів і дозволяли виграти час. Зрештою, води, які надходили до підземних гірничих виробок, знаходили нові шляхи в порушеному масиві кам'яної солі і провокували активізацію процесів карстоутворення та погіршення гідрогеологічної ситуації або на локальній дільниці, або на всьому родовищі в цілому. Єдиним рішенням проблеми припинення розвитку руйнівних процесів було відновлення природного гідрогеологічного стану шляхом ліквідації глибокого базису дренажу, або загальним осушенням родовища (що економічно звичайно нерентабельне).

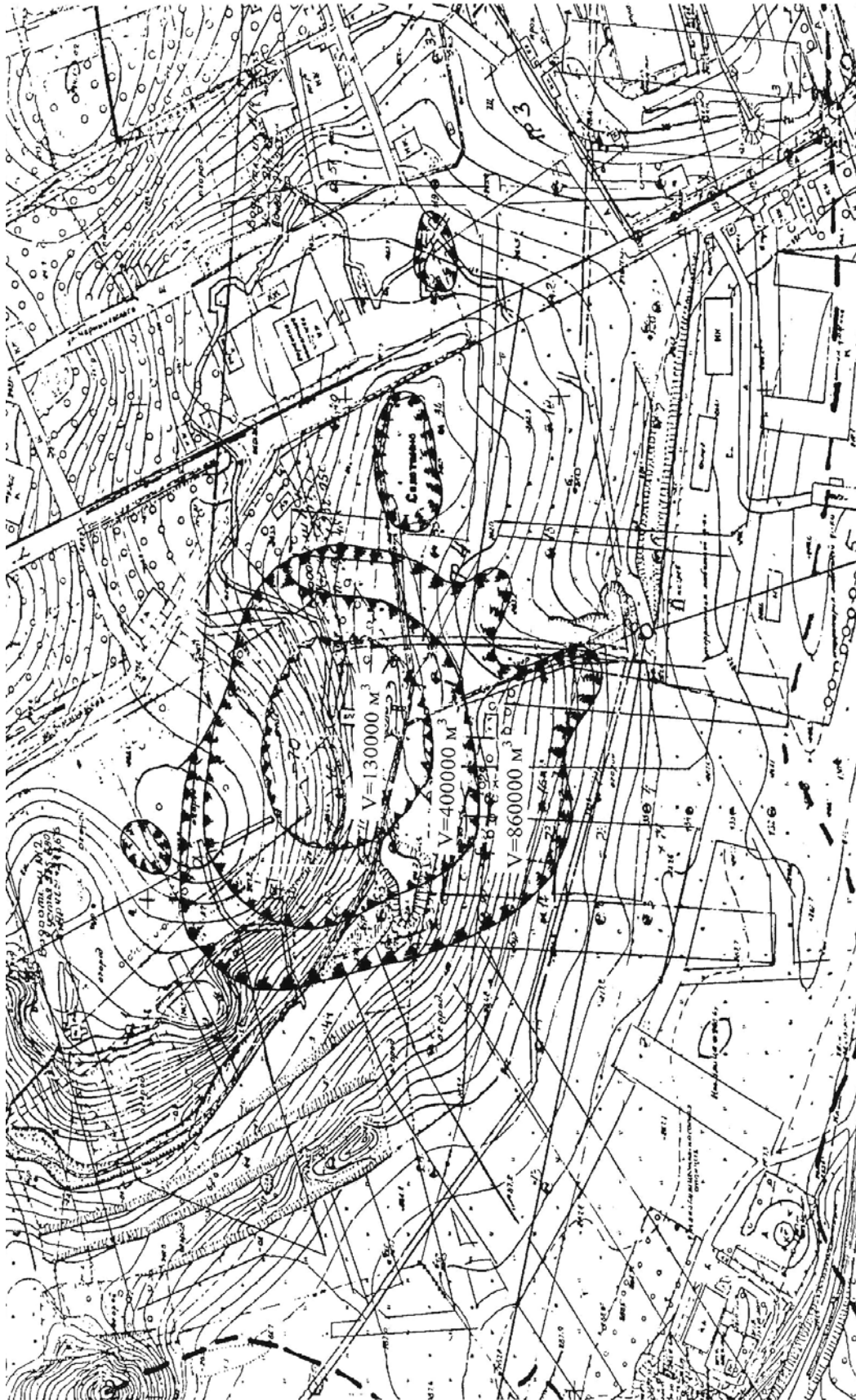


Рис. 2. Динаміка розвитку провальної воронки рудника № 8 у 2007 – 2010 роках



Рис. 3. Динаміка розвитку провальної воронки рудника № 7 у 2007 – 2010 роках

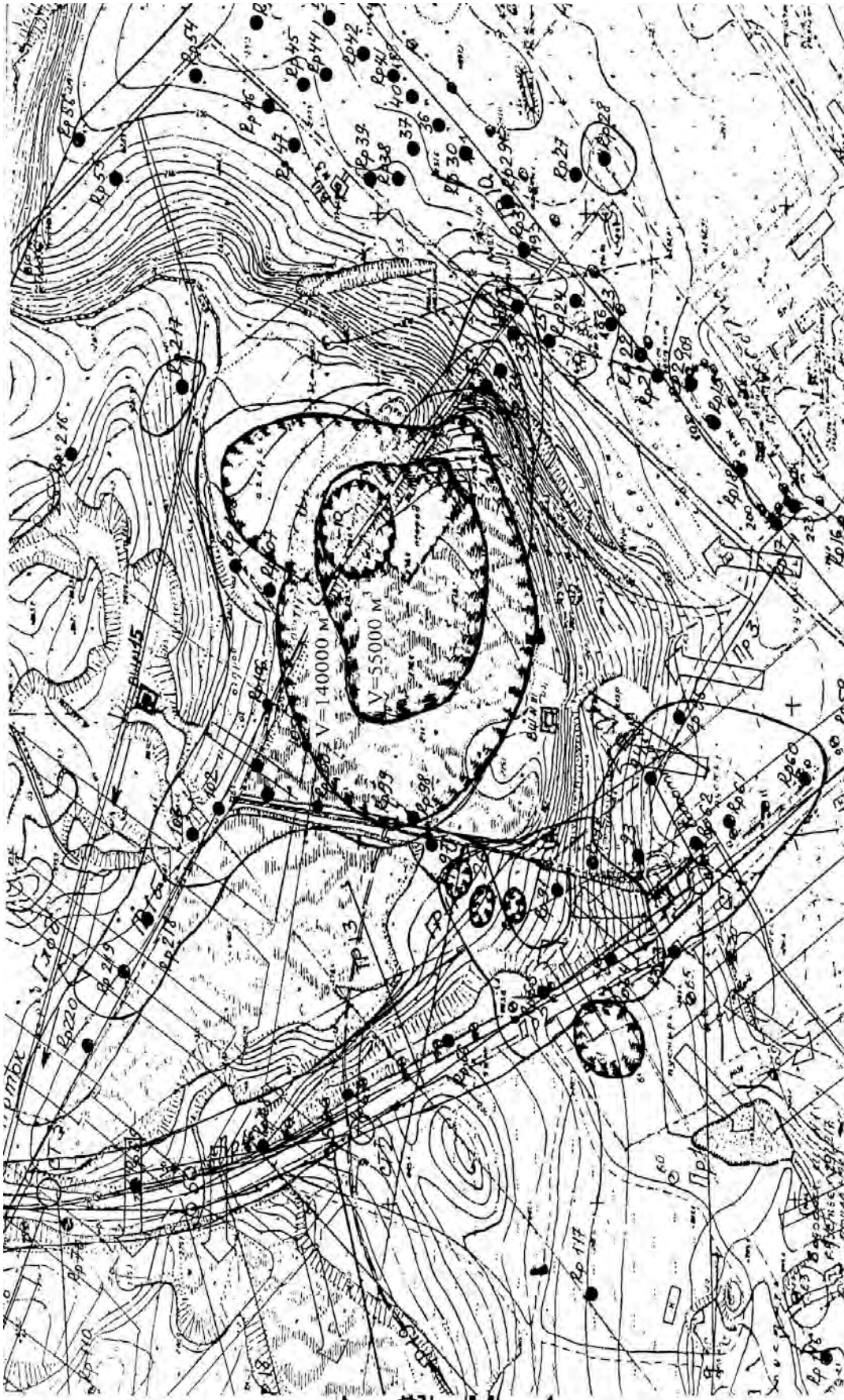


Рис. 4. Динаміка розвитку провальної воронки Чорний Мочар у 2007 - 2010 роках

Зважаючи на те, що поверхня родовища в цілому знаходиться в катастрофічному стані, а також на продовження швидкого розвитку негативних суфозійних процесів, необхідно розглянути питання щодо мінімізації наслідків затоплення гірничих виробок шахти № 8.

Варіант 1. Затоплення гірничих виробок шахти № 8 власним припливом агресивної прісної води обсягом 200–300 м³/год. При такому варіанті термін затоплення гірничих виробок буде тривати біля 5-ти років. Піднімання дзеркала води прогнозується до 10 см на добу. При такому повільному затопленні не має можливості спрогнозувати припинення процесу розвитку карстових провалів та визначити обсяги зон активізації зрушень і деформації земної поверхні.

На період затоплення, щоб зберегти відносну рівновагу затоплення і зменшення виникнення карстових провалів та просідання денної поверхні внаслідок ріжучої властивості прісної води, необхідно зберегти водовідливні штольні, відремонтувати деякі шурфи для збереження нормального функціонування штолень.

Варіант 2. Прискорене (примусове) затоплення гірничих виробок шахти № 8. Для цього необхідно у виробки рудника, що затоплюється, направити додатковий об'єм води чи розсолів з метою прискорення процесу затоплення. В умовах солерудника додатковий об'єм рідини можливо получить різними методами:

1. Залучання вод річки Тиса до процесу затоплення прямим шляхом у виробки шахти № 8 в районі провалу над 7-ю та 8-ю камерами на східному фланзі родовища;

2. Закачування води річки Тиса в провал рудника № 7 з наступним відкачуванням у виробки шахти № 8 в районі ствола «Вентиляційний»;

3. Перепуск води з водовідливної виробки Тиса-штольня у виробки рудника на заході гірничого відведення в районі шурфу № 19.

На першому етапі впровадження пропонованих робіт прогнозується активізація як процесів карстоутворення, так і процесів, пов'язаних з розширенням зон зрушень та деформацій земної поверхні.

При досягненні дзеркалом затоплення гірничих виробок відмітки рівноваги, при якому відбудеться стабілізація рівня затоплення (за умов, що відкачування води з гірничих виробок не відбуватиметься), розвиток шкідливих процесів, пов'язаних із затопленням гірничих виробок, уповільниться як по площі так і у часі. Але на сьогоднішній день необхідно терміново відселити мешканців, які проживають на території гірничого відведення, тому що розвиток зон зрушень та деформацій земної поверхні, який вже триває, вийшов за межі родовища.

Сьогодні стан поверхневих водоймищ та водотоків на родовищі певним чином відображає режим підземних вод, тому що на родовищі, як наслідок розвитку карстових процесів, сформувалась єдина гідродинамічна система, в яку втягнуті поверхневі і підземні води, у тому числі води затоплених шахт та карстових порожнин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Никітін О.О. Карта фактичних матеріалів. Схема раціональної обробки Солотвинського родовища кам'яної солі / ВНПОСП, 1990.
2. Изучение гидрогеологических условий и карстовых образований Солотвинского месторождения каменной соли: Отчет / ВСНИИ; Руководитель Г.В. Короткевич. – Шифр работы 3. – Л., 1951. – 152 с.
3. Разработка мероприятий по борьбе с обводнением шахт и интенсивным карстообразованием на Солотвинском месторождении (раздел Солотвино): Отчет / ВСНИИ; Руководитель Г.В. Короткевич. – Шифр работы 3. – Л., 1952. – 106 с.
4. Изучение гидрогеологии и структуры Солотвинского месторождения каменной соли в Закарпатской области: Отчет / Трест «Киевгеология»; авторы работы А. Шупиков, Ю. Сабов, И. Васильев, В. Тащи. – Берегово, 1970. – 236 с.
5. Изучение гидрогеологии и структуры Солотвинского месторождения каменной соли: Отчет / ВНИИсоль; Руководитель А. Покровский. – Шифр работы 3. – Артемовск, 1972. – 75 с.

6. Разработка рекомендаций по ликвидации рудника № 8 Солотвинского солерудника: Отчет / ВНИИсоль; Руководитель Н. Каждан. – Шифр работы 0031. – Артемовск, 1983. – 71 с.
7. Исследование и разработка эффективных способов консервации и поддержания выработок солерудников. Разработка рекомендаций по ликвидации рудника № 8 Солотвинского солерудника: Звіт (заключ.) / УкрНДІсіль; Керівник Н. Каждан. Шифр роботи 0031. – Артемівськ, 1984. – 95 с.