

УДК 622.847

Т.В. Костенко, канд. техн. наук, доц. Донецького національного технічного університету, Донецьк

ПРОРИВИ ВОДИ ДО ДІЮЧИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ ДОНБАСУ

T. V. Kostenko, Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof. (Donetsk National Technical University, Donetsk)

WATER INRUSHES INTO ACTING MINE WORKINGS IN COAL MINES OF THE DONETS BASIN

Ціль. Встановлення закономірностей впливу гірничотехнічних і геологічних умов Донбасу на аварійність, яка пов'язана із затопленням діючих гірничих виробок.

Методика. Статистичний аналіз затоплень гірничих виробок за період з 1930 по 2000 р.

Наукова новизна і результати. Встановлені закономірності проривів води в діючі гірничі виробки шахт Донбасу залежно від району виникнення аварії, глибини ведення робіт, максимального і усталеного водопритоків.

Практична значущість. Отримані дані є основою для розробки організаційно-технічних заходів щодо запобігання виникнення затоплень в діючих гірничих виробках.

Ключові слова: прорив води, аварія, діючі гірничі виробки, водоприток, затоплення.

Постановка проблеми. Аварії, що спричинені раптовими проривами води в діючі підземні гірничі виробки, причиняють шкоду здоров'ю і життю гірників, а також становлять небезпеку для рятувальників при веденні аварійно-рятувальних робіт. Вони тягнуть за собою значні матеріальні втрати, що викликані зупинками прохідницьких, скороченням видобувних робіт і пошкодженням шахтного устаткування. Незважаючи на відносно невелику кількість, в порівнянні з підземними пожежами, обваленнями порід та іншими надзвичайними ситуаціями, затоплення гірничих виробок представляють серйозну небезпеку через складність ліквідації наслідків.

Проблема проривів води в діючі гірничі виробки є досить актуальною. Це пов'язано із закриттям вугільних шахт, змінами умов видобутку вугілля, вимушеним відпрацюванням некондиційних запасів, бар'єрних ціликів, через припинення на шахтах підготовки нових панелей і горизонтів. Виймка вугілля, розташованого під раніше відпрацьованими просторами, в яких зосереджені значні скупчення води, підвищує ймовірність затоплень діючих гірничих виробок. Особливу небезпеку становлять так звані «копанки», які працюють незаконно на малих глибинах, без інженерного забезпечення та дотримання норм безпеки.

Аналіз останніх досліджень. На теперішній час існує незначна кількість досліджень, присвячених затопленням діючих шахтних виробок. Однак є деякі відомості щодо виникнення та ліквідації аварій такого типу на шахтах Донбасу.

На шахті «Молодогвардійська» у 70-х роках минулого століття стався прорив води з відпрацьованої лави, що спричинив людські жертви [1]. Перша північна лава пласта k_2 відпрацьована в 1975 р., надалі вироблений простір було підтоплено (рис. 1). Близько затоплених виробок – залишений бар'єрний цілик шириною близько 40 м. У подальшому нижче по падінню була розпочата підготовка нових виїмкових дільниць. Монтажний ходок проводили знизу вгору, забій був зупинений біля кордону цілика. Сьомий північний ходок проходили вприсічку до погашеного ходку 1-ї північної лави. Вода просочувалася в призабійну частину ходка. Темпи проходки загальмувалися через підтоплення забою та необхідність відкачування води з виробки. Для прискорення підготовки нових очисних забоїв прийняли рішення видалити басейн затоплення об'ємом 6 тис. м³. Для випуску води пробурили дві свердловини з дотриманням норм безпеки. Однак ці свердловини не дозволили здійснити спуск води. Додатково пробурили 13 свердловин без обладнання засобами захисту від води, жодна з них дебіту не дала. У результаті таких дій бар'єрний цілик значно ослаб. При бурінні чотирнадцятої додаткової свердловини почалося надходження води з басейну. На ділянці можливого затоплення в цей момент знаходилося дев'ять осіб: двоє бурильників і начальник ділянки в забої монтажного ходка, двоє робітників на сполученні дренажного і повітроподавального ходків, чотири прохідники в повсталому забої північного похилу.

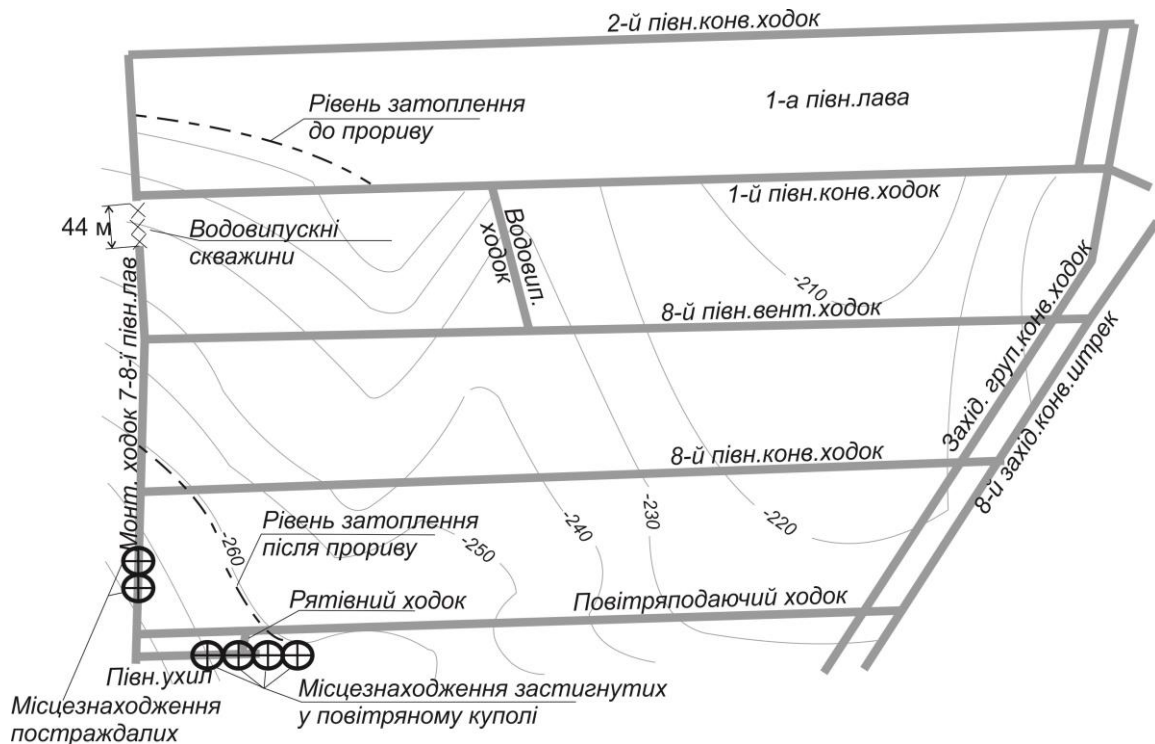


Рис. 1. Схема прориву води на шахті «Молодогвардійська»

Керівник робіт дав команду про утримання води, що поступає за допомогою бурового інструменту, а сам пішов виводити робочих із зони можливого надходження води. Він встиг попередити робочих на сполученні дренажного і повітроподавального ходків і в цей момент сталося лавиноподібне затоплення нижніх виробок, яке викликано утворенням прорану в бар'єрному цілику, що був розбурений. Двох бурильників змило і їхні тіла були згодом виявлені в нижній частині дренажного ходка. Чотирьох прохідників евакуювати не встигли через високу швидкість затоплення, і вони опинилися в повітряному мішку, який утворився в виробці, що повстає. Припущення про можливе утворення повітряного мішка було прийнято в якості гіпотези при плануванні рятувальних робіт. Після зниження рівня затоплення до позначки забою північного похилу були розпочаті роботи з проходки рятувального ходка. Через 56 годин після прориву води прохідників вивели з шахти.

Метою дослідження є встановлення закономірностей впливу гірничотехнічних і геологічних умов Донбасу на аварійність, яка пов'язана із затопленням діючих гірничих виробок.

Матеріали та результати досліджень. Для огляду аварій, що пов'язані з проривами води в діючі підземні виробки, використані архівні статистичні дані, накопичені геологічною і гірничорятувальними службами за 1930 – 2000 рр. [1]. Дані за більш пізній період не достовірні, тому що в ході реструктуризації вуглевидобувної галузі та зміни власників шахт порушена система збору та зберігання інформації про аварії. Крім цього, почалася нелегальна розробка запасів, при якій відомості про надзвичайні ситуації приховували. В даний час в Україні припинено будівництво нових шахт і горизонтів, інтенсифікувалися роботи з виїмки залишених раніше запасів на малих горизонтах, з виїмки бар'єрних та охоронних ціликів. Середня глибина ведення гірничих робіт не збільшується, а в деяких гірничопромислових районах спостерігається тенденція до її зменшення через появу «копанок». У зв'язку з цим зростає загроза прориву води в діючі гірничі виробки.

Аналіз затоплень діючих гірничих виробок в Донбасі (рис. 2) показав, що 75 % випадків проривів води відбуваються з водоносних горизонтів. Другим, за значущістю, є надходження води з геологічних порушень, третім – з підроблених свердловин. З цього випливає висновок про необхідність ретельного інженерного, зокрема гідрогеологічного та маркшейдерського, забезпечення гірничих робіт. Особливо це відноситься до умов підробки старих гірничих виробок і виїмки ціликів, тих умов, коли порушені природні шляхи міграції підземних водних потоків.

Найбільша кількість аварій, пов'язаних із затопленням діючих гірничих виробок, відбулася в Донецько-Макіївському (273), Першотравнево-Лісічанському (229) і Луганському (223) гірничопромислових районах (рис. 3). Найменш небезпечними виявилися Центральний і Красноармійський райони, в яких зареєстровано всього 6 і 11 проривів води в діючі шахтні виробки відповідно. Така нерівномірна аварійність пояснюється двома основними

причинами. Геологічні умови Центрального району, де залягають пласти крутого падіння, через значну різницю міжгоризонтних відміток, визначають високий гідростатичний тиск, який визначає інтенсивну фільтрацію води з вироблених просторів і підземних потоків у водоносних горизонтах. Як правило, ці потоки безпечно надходять в водовідливну мережу шахти. Іншою причиною є залежність такого роду аварій від масштабу та інтенсивності ведення гірничих робіт у певному районі. Донецько-Макіївський, Першотравнево-Лісічанський і Луганський гірничопромислові райони є найстарішими, мали найбільше виробниче навантаження в розглянутому періоді, отже, мали високий загальний рівень аварійної небезпеки, в тому числі за проривами води у виробки.



Рис. 2. Джерела проривів води в гірничі виробки шахт Донбасу за 1930 – 2000 рр.

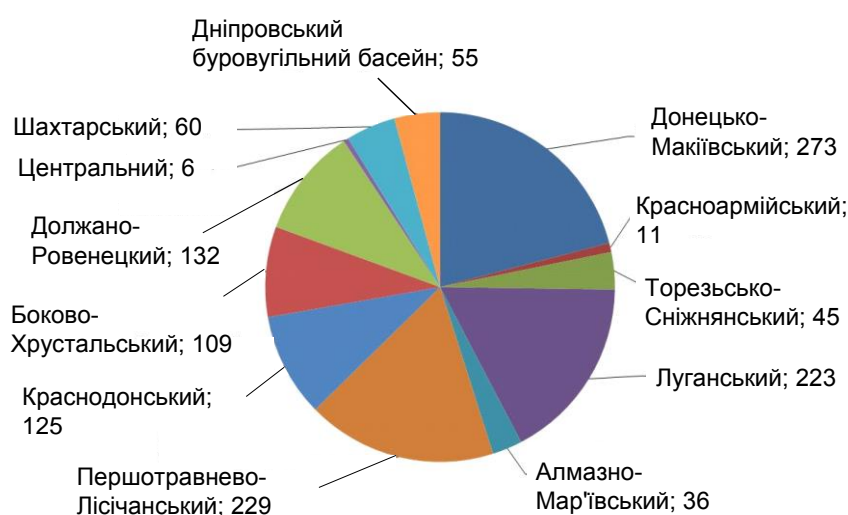


Рис. 3. Кількість затоплень гірничих виробок в гірничопромислових районах Донбасу

Динаміка проривів води в діючі гірничі виробки шахт Донбасу (рис. 4) свідчить про те, що найчастіше такого типу аварії реєстрували з 50-х по 80-ті роки ХХ ст., що пов'язано зі значним обсягом вуглевидобутку в цей період. При цьому відбувалося збільшення числа діючих шахт, зростання розмірів очисних виробок (довжини лав), розвиток площі вироблених просторів зі складною конфігурацією і порівнянними з глибиною ведення робіт розмірами, залучення в роботу нових пластів і підробіток старих вироблених просторів і нових водоносних горизонтів. Це сприяло формуванню аерогідродинамічних зв'язків між водними резервуарами і гірничими виробками [2].

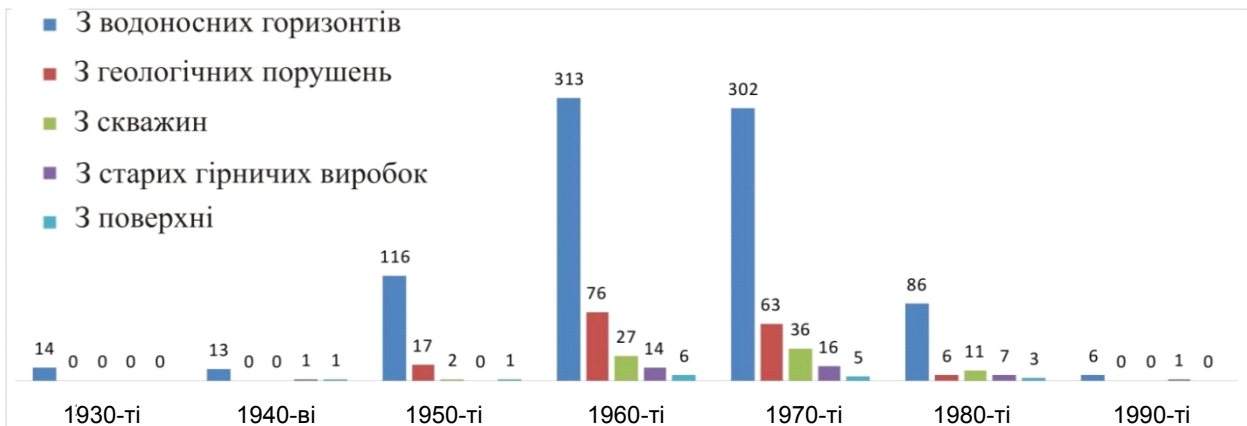


Рис. 4. Динаміка проривів води в діючі гірничі виробки Донбасу

Низький показник аварійності в 30-ті роки пов'язаний із становленням і розвитком шахтного фонду, а в 40-ві – скороченням виробництва в період і після Великої Вітчизняної війни. Після 90-х років відбувалася ліквідація значної кількості шахт і скорочення виробництва вугілля, що так само визначило малу кількість аварій.

Розглянуті випадки затоплень діючих гірничих виробок відбувалися на глибинах до 1000 м. Це обумовлено тим, що роботи на шахтах Донбасу на глибинах більше 1000 м почали вести порівняно недавно, а дані по аваріях, що розглядаються в даній роботі, охоплюють період з 1930 по 2000 р. Незважаючи на це, видно, що найбільша кількість затоплень гірничих виробок сталась при веденні гірничих робіт на глибинах 200...400 м (рис. 5).

Найбільшу небезпеку відображає такий важливий показник, як інтенсивність припливу води в гірничі виробки. Від величини водопритоку залежить, чи встигають евакуюватися люди і чи існує можливість забезпечити ефективну відкачку води і зберегти гірничі виробки від затоплення. Притоки води при проривах в гірничі виробки шахт Донбасу залежно від геологічних і гідрогеологічних умов коливалися в досить широких межах – від одиниць до тисяч кубометрів на годину (рис. 6, 7). Однак основна кількість аварій характеризується максимальним водотоком до 60 м³/год. Екстремальні притоки води досягали більше 100 м³/год.

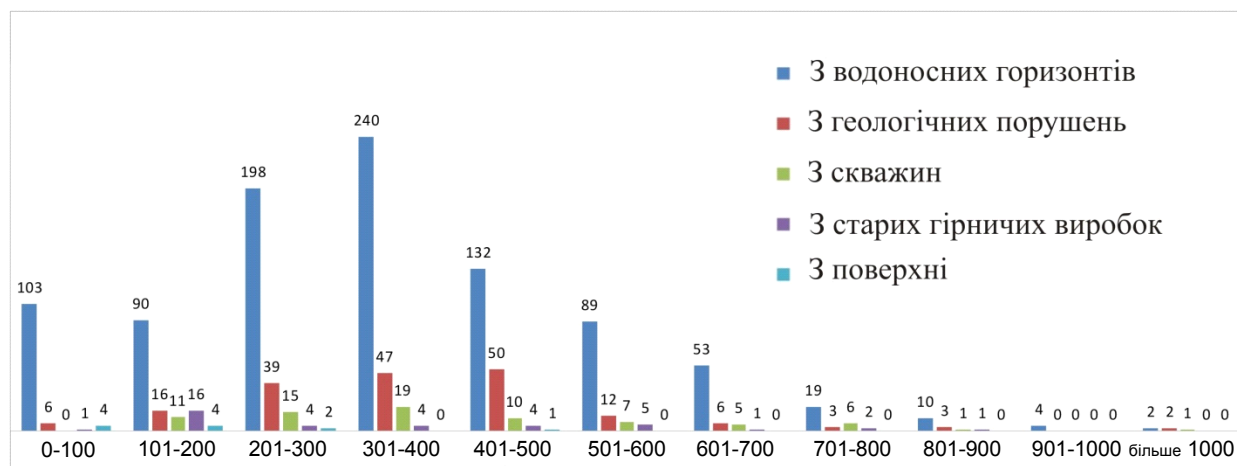


Рис. 5. Розподіл затоплень діючих гірничих виробок за діапазонами глибини, м, ведення робіт

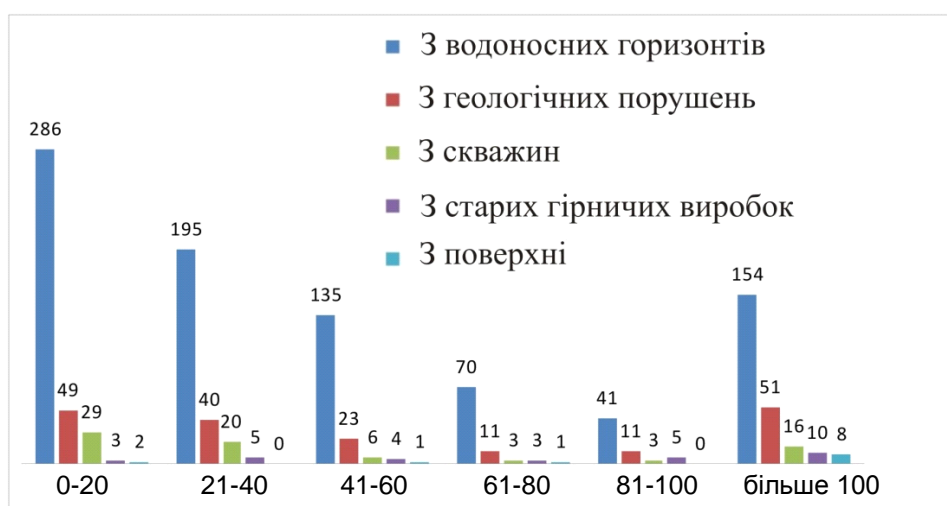


Рис. 6. Залпові притоки води, м³/год, що зареєстровані при затопленні гірничих виробок

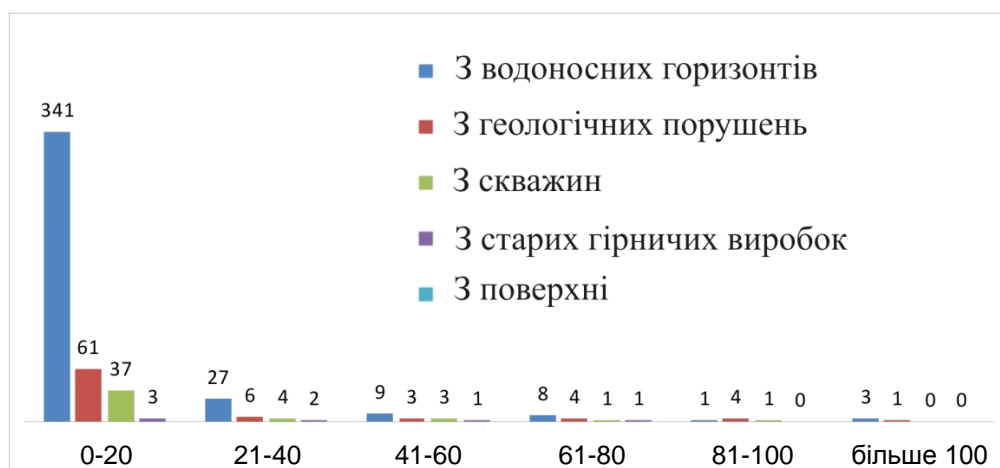


Рис. 7. Рівні притоків води, м³/год, що встановилися після проривів води в гірничі виробки

Після первинного залпу встановлювався стабільний рівень додаткових (аварійних) водопритоків в гірничі виробки на рівні 20...40 м³/год. Ці потоки є додатковим навантаженням на водовідливні системи шахт. Тому такі елементи цих систем, як водозбірники, трубопроводи, насоси, повинні обов'язково забезпечувати надійний прийом і відкачку аварійних приток.

Вода, що збирається в низинних ділянках мережі гірничих виробок, перекривала їх перетину повністю або частково, утруднюючи евакуацію людей і провітрювання місць їх знаходження. В окремих випадках для порятунку захоплених гірників і ліквідації наслідків аварій використовували підрозділи водолазів-рятувальників або водолазів морського флоту.

Висновки. Прориви води в діючі гірничі виробки стабільно відбувалися в розглянутому періоді розробки Донецького кам'яновугільного басейну. Цей вид аварій дуже небезпечний, а ризики залишаються вагомими. Найбільш вірогідні аварії такого типу в Донецько-Макіївському, Пешотравнево-Лісічанському і Луганському вугледобувних районах.

Основна кількість затоплень виробок шахт Донбасу відбулася на глибинах 200...400 м. Основними джерелами надходження води є підроблювані гірничими роботами водоносні горизонти та геологічні порушення. Для надійного прогнозування небезпечних ситуацій необхідно приділити увагу інженерному забезпеченню гірничих робіт. Це дозволяє прогнозувати такого роду надзвичайні ситуації і запобігти або істотно зменшити наслідки проривів води.

Необхідно мати систему оперативного оповіщення гірників, що знаходяться на небезпечних за затопленнями робочих місцях, про виникнення аварії. Особливо важливим є забезпечення в робочому стані основних і запасних виходів з аварійних виробок. Маршрути евакуації людей слід прокладати по ділянках мережі гірничих виробок, які не збігаються і не перетинаються, по можливості, з прогнозованим напрямком потоків води.

Система водовідливу шахти повинна забезпечувати прийом і відкачку додаткових аварійних водопритоків: максимальних, що мають імпульсний (залповий) характер, і сталих (тривалих). Досвід експлуатації шахтних водовідливів показав, що основними причинами зниження їх витратно-напірних показників є замулювання відстійників і водозбірників, зменшення прохідних перетинів трубопроводів через відкладення на їхніх стінках, знос робочих коліс насосів і ненадійна робота апаратури автоматизації і пуску. Прориви води з розкритих водоносних горизонтів можуть досягати: екстремальні 100 м³/год і більше; усталені – від 20 до 40 м³/год. Для запобігання затоплення виробок і евакуації гірників загрозливих ділянок необхідно мати резервні потужності водовідливних установок, які здатні ефективно видаляти з шахт додаткові потоки.

Список літератури / References

1. Прорывы воды в действующие горные выработки: справочник / Е.Л. Звягильский, Б.В. Бокий, О.А. Куш и др./ – Донецк: Ноулидж (Донецкое отделение), 2010. – 111 с.

Zvyagilsky, Ye.L., Bokiyy, B.V., Kushtch, O.A. etc (2010), *Proryvy vody v deistvuiushtchie gornye vyrabotki: Spravochnik* [Water inrushes into acting mine workings: Handbook], Donetsk: Knowledge (Donetsk branch), Ukraine.

2. Геомеханические и технологические условия газодинамических процессов в угольных шахтах: монография / Н.И. Антощенко, П.Е. Филимонов, Б.В. Бокий, В.К. Костенко, В.П. Коптиков, Е.Л. Завьялова, В.Н. Окалелов. – Алчевск: ДонГТУ, 2013. – 291 с.

Antoshtchenko, N.I., Filimonov, P.E., Bokiyy, B.V., Kostenko, V.K., Koptikov, V.P., Zavyalova, Ye.L., Okalelov, V.N. (2013), *Geomekhanicheskie i tekhnologicheskie usloviia gasodynamicheskikh protsessov v ugolnykh shakhtakh: Monografiia* [Geomechanical and technological conditions of gas dynamic processes in coal mines: Monograph], DonGTU, Alchevsk, Ukraine.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук Ю.Ф. Булгаковим.
Дата надходження рукопису 28.05.2014

Цель. Установление закономерностей влияния горно-технических и геологических условий Донбасса на аварийность, связанную с затоплением действующих горных выработок.

Методика. Статистический анализ затоплений горных выработок за период с 1930 по 2000 г.

Научная новизна и результаты. Определены закономерности прорывов воды в действующие горные выработки шахт Донбасса в зависимости от района возникновения аварии, глубины ведения работ, максимального и установившегося водопритока.

Практическая значимость. Полученные данные являются основой для разработки организационно-технических мероприятий по предотвращению возникновения затоплений в действующих горных выработках.

Ключевые слова: прорыв воды, авария, действующие горные выработки, водоприток, затопление.

Purpose. Establishment of regularities of influence of the mine technical and geological conditions of the Donets Basin on the accidents connected with the flooding of the acting mine workings.

Methodology. Statistical analysis of the floodings of the mine workings in the period from the year 1930 up to the 2000s.

Scientific novelty and results. The regularities of the water inrushes into the acting mine workings of the mines of the Donetsk Basin depending on area of origin of the accidents, depth of carrying-out the operations, maximal and ascertained water inflow have been determined.

Practical value. The data received are the basis to develop the organizational and technical measures for prevention of origin of the floodings in the acting mine workings.

Keywords: water inrush, accident, acting mine workings, water inflow, flooding.