

няючих веществ на границе санитарно-защитной зоны и населенной зоны не превышают нормативы экологической безопасности.

Мероприятия, предусмотренные по снижению загрязнения атмосферного воздуха в районе доменных отвалов, те же, что и для сталеплавильных отвалов.

В результате оценки воздействий на окружающую среду объем выброса загрязняющих веществ в атмосферу без учета мероприятий (с учетом мероприятий) по сталеплавильным шлакам составляет - 2563,456 (49,05) т/год, а по доменным шлакам - 733,798 (13,272) т/год (I этап), 842,787 (14,363) т/год (II этап).

Выводы. Проведена оценка воздействия на окружающую природную среду размещения отвалов доменных и сталеплавильных шлаков (ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»). Установлено, что размещение и переработка данных шлаков оказывает незначительное вредное воздействие на окружающую природную среду на участках их размещения.

В целом, учитывая масштаб и интенсивность рассмотренных воздействий на окружающую среду, планируемую деятельность при выполнении предусмотренных природоохранных мероприятий, можно считать экологически приемлемой.

Список литературы

1. Рабочий проект «Шлакоперерабатывающий цех. Шлаковые отвалы доменного и сталеплавильного производства. Совершенствование отвальных работ с целью увеличения удельной вместимости отвалов в границах земельного отвода», Оценка воздействий на окружающую среду, ДП «ДПИ «Кривбасспроект», Кривой Рог, 2009. – 121 с.
2. ДБН А.2.2-1-2003. Состав и содержание материалов оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС) при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений. – 23 с.
3. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987 – 91 с.
4. В.А. Михайлов, П.В. Бересневич, В.Г. Борисов, А.И. Лобода. Борьба с пылью в рудных карьерах М., Недра, 1981. – 262 с.
5. М.И. Панфилов. Металлургический завод без шлаковых отвалов. М., «Металлургия», 1978. – 248 с.

Рукопись поступила в редакцию 20.02.12
УДК 628.515: 504

І.П. АНТОНІК, В.І. АНТОНІК, кандидати біол. наук, доценти,
А.М. БОНДАРЕНКО, д-р мед. наук, А.П. ЧЕРНЯВСЬКА, студентка,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ГІДРОМАКРОФІТІВ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ТЕХНОГЕННИХ ВОДОЙМ ВІД ІОНІВ ТА СОЛЕЙ ЗАЛІЗА

Проведено дослідження вмісту заліза в типових водних об'єктах міста Кривого Рогу, вивчена здатність різних видів вищих рослин гідроценозів до акумуляції іонів та солей заліза і на цій основі здійснено вибір найбільш ефективних водних макрофітів для біологічної очистки водних ресурсів Криворіжжя від металів.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. У річки та водойми міста Кривого Рогу за рік в середньому надходить понад 200 млрд м³ неочищених або недостатньо очищених технологічних стічних, фільтраційних та шахтних забруднених вод. Крім інших компонентів, у складі забруднювачів стічних вод є солі важких металів, концентрація яких може перевищувати гранично допустимий рівень у 2-7 разів.

Метали слід розглядати як одну з найбільш небезпечних груп хімічного забруднення гідроценозів. На відміну від органічних поллютантів, метали не зазнають деструкції, поступово накопичуються у водних екосистемах та перерозподіляються між окремими видами організмів і неорганічними складовими водойм. Динаміка міграційної рухомості металів визначається головним чином їх фізико-хімічними властивостями та активністю процесів кругообігу речовин.

Існуючі методики видалення металів із стічних вод підприємств гірничо-видобувного комплексу недостатньо ефективні та економічно не вигідні, пов'язані з утворенням великої кількості токсичних шлаків [1;2]. На наш погляд, більшого ефекту у цій діяльності можна досягти при поєднанні гідротехнічних та гідробіологічних заходів. Останнє можна реалізувати, наприклад, шляхом стимуляції природного самоочищення водойм з використанням водної рослинності, що здатна по-

глинати та накопичувати хімічні речовини, в тому числі і метали. Як відомо, такі гідрофіти можуть забезпечувати динаміку міграції речовин та сприяти переведенню накопичених металів в біологічно нейтральні сполуки. Участь різних екологічних груп гідрофітів в цьому процесі неоднакова та визначається характером живлення рослини, світловим режимом водойми та концентрацією металів у воді. У зв'язку з цим перспективним та актуальним слід вважати дослідження здатності різних видів гідрофітів накопичувати важкі метали.

Об'єктами біологічної рекультиваци та ремедіації на Криворіжжі повинні бути як природні водойми, так і водойми техногенного походження (технологічні водойми, затоплені відпрацьовані кар'єри тощо). Одним з методів рекультиваци водних об'єктів є використання металофільних макрофітів і забезпечення на цій підставі більшої стійкості екосистеми водойм.

Аналіз досліджень та публікацій. Гідрографічна сітка Кривого Рогу складається з кількох взаємопов'язаних водних геосистем, основна частина яких представлена десятима річками і багаточисельними ручаями та тимчасовими водотоками балок, а також невеличкими озерами на днищах глибоких балок, де є підземні джерела води. Всі розташовані на території Криворіжжя річки входять до басейну Дніпра: Інгулець, з притоками - Саксагань, Зелена, Жовта, Бокова (з притокою Боковенька), Вербова (притока річки Вісунь, яка, в свою чергу, впадає в річку Інгулець), а також Кам'янка - притока річки Базавлук. Усі річки, окрім Інгульця, відносяться до розряду малих річок [2].

Головним чинником антропогенного перетворення гідрологічної структури в регіоні став розвиток промисловості (техногенез), а також деякі посттехногенні процеси [3]. Для покриття водних потреб господарства ще у 30-х рр. ХХ. ст. на річках Інгулець і Саксагань були споруджені кілька водосховищ, які у наступні роки розширювалися. На сьогодні у Кривбасі існує 5 водосховищ і близько 100 ставків з природною водою, більша частина яких знаходиться в межах Дніпропетровської області. На території Криворізького району збудовано 51 ставок загальною площею 728 га, а у межах Широкивського району - 47 ставків загальною площею водного дзеркала 703 га. На річці Інгулець у межах Криворізького району створено 2 водосховища питної води - Іскрівське та Карачунівське, а на річці Саксагань - 3 водосховища води господарського призначення - Макортівське, Кресівське і Держинське [3].

Ще одним цікавим явищем перебудови природної гідрологічної структури Кривбасу є поява природно-техногенних озер. Такі озера виникли самостійно в западинах відпрацьованих кар'єрів внаслідок накопичення атмосферних опадів, талих снігових вод і, частково, підземних вод (наприклад, у Жовтневому гранітному кар'єрі, залізрудному кар'єрі №1 НКГЗК, у кар'єрі Візирка тощо). Велике природно-техногенне озеро утворилося також в провальній котловині в районі селища Краматорівка, де бортові зсуви суглинків і глин зумовили появу западини із водотривким дном, яка згодом заповнилася атмосферними водами [3].

Протягом 120-річної експлуатації залізрудних родовищ Криворіжжя споруджено також велику кількість штучних водо- і шламосховищ, що містять мільйони м³ технологічної води. Фільтраційна вода цих водойм, а також шахтні та кар'єрні води разом з дощовими водами, що змивають забруднені промисловим пилом поверхні ґрунта в межах міста, утворюють неочищені або недостатньо очищені стічні води, що на сам кінець потрапляють у річки, природні водойми та водосховища регіону, значно змінюючи солеміст та мінералізацію води, в тому числі насичуючи її солями та іонами важких металів.

Як відомо, сполуки металів є каталізаторами біохімічних процесів і впливають на розвиток водних організмів. Така дія може бути стимулюючою, пригнічуючою або нейтральною, залежно від природи самого металу, концентрації і форми його існування у воді, а саме: у вигляді часток, простих або складних катіонів і аніонів, низько- і високомолекулярних комплексних сполук з неорганічними і органічними речовинами тощо [7].

Серед абіотичних чинників водного середовища, що впливають на ступінь токсичності іонів металів, виділяють наступні: утворення малорозчинних неорганічних сполук (сульфідів, фосфатів, карбонатів) і їх випадіння в осад; окислення металів, поглинання і захоронення іонів металів донними відкладеннями водоймищ; адсорбція металів на зважених у воді частках тощо. Саме адсорбція іонів металів зваженими частками і випадіння їх в осад приводить, як правило, до найбільш суттєвої детоксикації забруднювачів [5].

Біологічна дія іонів металів полягає у їх взаємодії з стінками або мембранами клітин рослинних і тваринних організмів, яка зводиться в основному до процесу адсорбції. Надалі іони металів можуть взаємодіяти з білками і вуглеводами поверхневого шару мембран. Скріплення

іонів металів сульфогідрильними групами (-SH - групами) ензимів і протеїнів приводить до уповільнення ензиматичної активності [6]. Залізу, що перебуває у водних розчинах, властиві також реакції гідролізу і гідролітичної полімеризації [4].

У водах озер, ставків і водосховищ, в порівнянні з ріками, вміст розчиненого заліза завжди значно вищий, а його концентрація схильна до помітних сезонних коливань. Це обумовлено дією комплексу фізико-хімічних, біохімічних і гідрологічних чинників, таких, як рН, вміст розчиненого кисню, двоокису вуглецю, сірководню, органічних, у тому числі гумусових речовин, мікро і макрофлори водоймища [7].

Вміст заліза у воді вище 1-2 мг/л значно погіршує її органолептичні властивості і надає їй неприємного терпкого смаку, що робить воду малоприсадною навіть для використання в технічних цілях і дуже небезпечною для водосховищ питної води. ГДК заліза у воді становить 0,3 мг/л [4].

Одним з видів самоочищення водойм, як вказувалося вище, є поглинання та накопичення водною рослинністю хімічних речовин, в тому числі і важких металів. Занурені рослини за звичай накопичують мікроелементів в 4-9 разів більше, ніж прибережно-водні рослини. Накопичення металів водними рослинами залежить від концентрації цих речовин в водоймі [4]. Відомо також, що дуже висока концентрація металів в шахтних водах негативно позначається на життєдіяльності рослин і тому порушує їх накопичувальну здатність, але такі важкі метали, як 3-валентний хром, залізо, марганець, цинк мають помірну фітотоксичність і їх концентрації у воді можуть бути великими без особливої шкоди для рослин [4].

Діапазон нормального вмісту заліза в водних рослинах одного виду дуже широкий (максимальна кількість може перевищувати мінімальну в 20-30 разів). Накопичення металу в рослинній масі в кількості, що перевищує в 2-3 рази фоновий рівень, не викликає негативних наслідків або ж вони не дуже значні і тільки при більш суттєвому накопиченні залізо починає пригнічувати хід метаболічних процесів, гальмує розвиток та знижує продуктивність [4]. В органах рослин залізо розподіляється нерівномірно і у більшості випадків ці мікроелементи накопичуються в корінні, стеблах та листі.

На даний момент великий інтерес представляють роботи, присвячені ролі болотних систем в знешкодженні стоків гірничо - видобувних підприємств шляхом створення штучних водних систем, так званих біоплато [7].

Постановка завдання. Метою і завданням проведеного дослідження стало визначення ступеню накопичення заліза різними видами вищих водних рослин (гідромакрофітів) техногенно-забруднених водойм Криворіжжя та вибір на цій підставі найбільших «залізофілів» для подальшої рекомендації їх цілеспрямованого розмноження в комплексі гідробіологічних заходів з оптимізації стану та рекультивации водних об'єктів Кривого Рогу.

Викладення матеріалу та результати. Для виявлення ролі макрофітів в видаленні заліза з води об'єкти дослідження повинні відповідати певним умовам, а саме: мінеральне живлення рослини повинно відбуватися переважно всією поверхнею тіла, тоді як коренева система повинна виконувати лише функцію прикріплення до субстрату або бути взагалі редукованою.

Об'єкти досліджень повинні бути також типовими представниками флори Криворіжжя, або перспективними для інтродукції видами. Виходячи з зазначених вимог в якості об'єктів дослідження було обрано наступні види макрофітів: *K* - кушир темно-зелений (*Ceratophyllum demersum*), *B* - водопериця колосиста (*Myriophyllum spicatum*), *E* - елодея канадська (*Elodea canadensis*), *P* - ряска триборозенчаста (*Lemna trisulca*), *Pd1* - рдест кучерявий (*Potamogeton crispus*), *Pd2* - рдест гребінчастий (*Potamogeton Pectinatus*), *Pd3* - рдест пронизанолистий (*Potamogeton Perfoliatus*). За відношенням до зон сапробності усі відібрані макрофіти, здатні мешкати у відносно чистих і забруднених водах [4].

При проведенні досліджень застосовувалися типові методи. Так як води ставків, озер та водосховищ Кривого Рогу на різних ділянках та глибинах неоднорідні за якісними показниками, то проби відбиралися точковим методом з різних міст водойм з урахуванням відбору водних рослин. Відбір води здійснювався за методикою, що описана А.Д. Семеновим [8]. Концентрація загального заліза у воді визначалася калориметричним методом, заснованим на взаємодії іонів заліза в лужному середовищі з сульфосалциловою кислотою з утворенням забарвленої в жовтий колір комплексної сполуки [6].

Відбір рослинного матеріалу проводився за стандартними методиками [4]. При відборі матеріалу враховувалися розміщення рослинності в водоймі, кількісний та якісний склад мак-

рофітів, особливості забруднення водойми, положення точок відбору щодо джерел забруднення. Мінералізація рослинного матеріалу проводилася шляхом його «спалювання» в соляній кислоті для переведення заліза в водорозчинні форми та випаровування рідини в витяжному боксі з послідуочим озоленням при температурі 400-450°C [8].

Визначення заліза в золі рослин проводилося калориметричним методом на фотоелектрокалориметрі, застосовуючи синій світловий фільтр. За остаточний результат аналізу приймалося середнє арифметичне трьох паралельних вимірів [8].

Показником вилучення рослинами заліза з оточуючого середовища та його акумуляції був прийнятий коефіцієнт накопичення (КН), що визначався як співвідношення кількості речовини в середовищі до кількості речовини в організмі.

В якості бази досліджень були обрані чотири групи внутрішньоміських водних об'єктів, диференцьованих за типом (рівнем) антропогенного впливу (див. табл. 1). Вибір групи водних об'єктів був обумовлений також критерієм відносно сталого стану їх гідроценозів.

Результати досліджень свідчать, що у різних груп обраних водних об'єктів спостерігається певна видова специфіка макрофітів. Так, якщо у північних водоймах переважають ряска триборозенчаста *P* і кущі темно-зелений *K*, то в усіх інших - різні види рдестів *Pd*. Найбільшу середню концентрацію заліза виявлено у водоймах санітарної зони металургійного заводу ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (перебільшує ГДК у 2,5 рази).

Важливо відмітити, що в окремих групах водних об'єктів виявлені різні види макрофітів, схильних до найбільшої акумуляції заліза: у водоймах мінімального забруднюючого навантаження це ряска триборозенчаста *P*; у водоймах басейну Кресівського водосховища - водопериця колосиста *B* та рдест кучерявий *Pd1*, а в водоймах промислового забруднення - елодея канадська *E*, що можна пояснити різним станом рН води та відмінним рівнем забруднення іншими поллютантами неорганічного походження. Певне значення в обумовленні цієї картини може мати і випадковість заселення водоймищ окремими видами рослин.

Таблиця 1

Характеристика обстежених водойм та вмісту заліза в об'єктах дослідження

Тип (рівень) антропогенного навантаження	Розташування водойми	Види макрофітів*	Середній рівень вмісту заліза у воді, мг/л /; у рослинах: вид, мг/г СР**
Мінімальне техногенне навантаження, дощові стоки	Північна частина міста: стариці басейну річки Саксагань	P; K; Pd1; Pd2.	0,27 / P; 2,8
Побутові та дощові стоки	Район Кресівського водосховища: штучні водойми «Ставки»	Pd3; Pd2; B.	0,45 / B; 1,04
Побутові та дощові стоки, шахтні води та просочувані води старого шламосховища.	Басейн Кресівського водосховища: затоплені балки району ім. Фрунзе	Pd2; B; Pd3; Pd1; K;	0,25 / Pd1; 3,14
Промислове забруднення: дощові та виробничі стоки, осідання пило-газових викидів.	Південна частина міста: водойми санітарної зони металургійного заводу, басейн річки Інгулець	Pd1; K; E; Pd2; B;	0,79 / E; 2,67;

Примітка: * Види макрофітів для кожної групи водних об'єктів записані в порядку їх розповсюдженості у водоймі; скорочення назви макрофітів пояснено вище. ** мг / г СР – міліграм на грам сухої речовини

Таблиця 2

Індивідуальні характеристики видів гідромакрофітів

Вид макрофітів	Розповсюдженість у природі	Здатність накопичувати великі обсяги біомаси	Коефіцієнт накопичення заліза	Залежність КН від концентрації заліза в воді	Період вегетації рослини	Спосіб та період розмноження
Ряска триборозенчаста <i>Lemna trisulca</i>	спорадично (-)	- (-)	8034,5 (+)	- 3 (+)	однорічник (-)	вегетативне/літо (-)
Рдест кучерявий <i>Potamogeton crispus</i>	повсемісно (+)	+ (+)	7631,7 (+)	- 23 (-)	на протязі року/багаторічник (+)	вегетативне/на протязі року (+)
Рдест гребінчастий <i>Potamogeton pectinatus</i>	повсемісно (+)	+ (+)	4636,2 (-)	- 5 (+)	на протязі року/багаторічник (+)	вегетативне/на протязі року (+)

Водопериця колосиста <i>Myriophyllum spicatum</i>	повсемісно (+)	+(+)	4134,9 (-)	-4(+)	однорічник (-)	вегетативне/літо (-)
Елодея канадська <i>Elodea canadensis</i>	дуже рідко (-)	+(+)	3381,1 (-)	-	на протязі року/багаторічник (+)	вегетативне/на протязі року (+)
Рдест пронизанолистий <i>Potamogeton perfoliatus</i>	повсемісно (+)	+(+)	2408,4 (-)	-19 (-)	на протязі року/багаторічник (+)	вегетативне/на протязі року (+)
Кушир темно-зелений <i>Ceratophyllum demersum</i>	повсемісно (+)	+(+)	2030,3 (-)	-5(+)	однорічник (-)	вегетативне/літо (-)

У табл. 2 наведено характеристику окремих видів залізофільних гідромакрофітів з визначенням перспективності їх використання у системі гідробіологічних заходів щодо оптимізації стану водних об'єктів Кривого Рогу: знаком (+) позначено перспективний показник щодо ролі у вилученні заліза; (-) - неперспективний показник.

Треба зазначити, що чіткого зв'язку між рівнем накопичення заліза різними видами макрофітів та їх екологічною специфікою не виявлено. В той же час встановлено, що концентрація заліза у воді суттєво впливає на процеси його накопичення рослинами і це для більшості видів характерно за наступною загальною закономірністю: при зростанні концентрації забруднення води залізом до рівня 0,222-0,278 мг/л КН поступово наростає і досягає максимуму. При подальшому наростанні забруднення залізом його накопичення зменшується і становить мінімум при 0,752-0,796 мг/л. В ряду зменшення показників КН в залежності від зростання концентрації заліза у воді макрофіти можна розташовувати в такій послідовності: *рдест кучерявий* (КН зменшується в 23 рази); *рдест пронизанолистий* (у 19 разів); *рдест гребінчастий* (у 5 разів); *кушир темно-зелений* (у 5 разів); *водопериця колосиста* (КН зменшується майже в 4 рази); *ряска триборозенчаста* (у 3,2 рази).

За значенням середнього показника коефіцієнту накопичення (КН) заліза відносно води всі досліджені гідромакрофіти слід розташувати в наступній ранговій послідовності, що відображає рівень їх залізофільності, тобто здатність до акумуляції заліза: **I** - *ряска триборозенчаста* КН = 8034,5);

- II** - *рдест кучерявий* (КН = 7631,7);
- III** - *рдест гребінчастий* (КН = 4636,2);
- IV** - *водопериця колосиста*..... (КН = 4134,9);
- V** - *елодея канадська* (КН = 3381,1);
- VI** - *рдест пронизанолистий*..... (КН = 2408,4);
- VII** - *кушир темно-зелений*..... (КН = 2030,3).

Отже, найбільш перспективними видами рослин для використання в якості біологічних очисників техногенних водоем Криворіжжя від іонів і солей заліза можна вважати *рдест гребінчастий*; *кушир темно-зелений*; *водопериця колосиста*; *ряска три борозенчаста*.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Вища водна рослинність, як компонент гідроценозу, може виступати в якості засобу рекультивативної та ремедіації природних та штучних водоем щодо забезпечення стійкості їх екосистем. Найбільшу роль у вилученні заліза з води відіграють види, які мають високий показник коефіцієнту накопичення заліза, найменшу залежність КН від концентрації заліза в воді, широко розповсюджені, здатні накопичувати великі обсяги біомаси, вегетують на протязі всього року та легко розмножуються вегетативним шляхом.

Найбільш перспективними серед макрофітів, для оптимізації вмісту заліза в штучних водоемах Криворіжжя, є представники роду *Potamogeton*. Інші досліджені види можуть бути використані в якості допоміжних. Серед однорічних видів перспективним є вид *Lemna trisulca* (за умови масового розмноження та утворення за короткий вегетативний період великих обсягів біомаси). Високий рівень КН заліза цією рослиною та низька залежність акумулятивної функції від концентрації заліза у воді робить цю рослину найбільш придатною для рекультивативної та ремедіації водоем із вмістом заліза, який значно перевищує ГДК.

Список літератури

1. **Иванова А.А., Каплин В.Т., Гончарова Т.О.** Процессы превращения соединений металлов в природных водах / **А.А. Иванова, В.Т. Каплин, Т.О. Гончарова** // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда, т. 9. - Л., Гидрометеиздат, 1976, С. 44-53.
 2. Природнича географія Кривбасу / [**Казаків В.Л., Сметана М.Г., Шипунова В.О.** та ін]; - Кривий Ріг: Окταν-Принт, 2000. – 136 с.
 3. **Малахов І.М.** Техногенний ландшафт і проблема екобезпеки / **І.М. Малахов** // Матеріали міжнародної наукової конференції: «Теоретичні, регіональні, прикладні напрями розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства», - Кривий Ріг, 2005. С. 24-28.
 4. **Пестриков С.В., Исаева О.Ю.** и др. Обоснование эффективности эколого – геохимического барьера с высшими водными растениями для доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. / С.В. Пестриков, О.Ю. Исаева // Инженерная экология № 2, 2007, с.21 – 28.
 5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [ред. проф. А. Д. Семенова]. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 541 с.
 6. Унифицированные методы анализа вод /под ред. **Ю.Ю. Лурье.** – М.: Химия, 1971. – 376 с.
 7. **Булава Л.Н.** Физико-географический очерк Криворожского горнопромышленного района / **Л.Н. Булава** - КГПИ, 1990. - 125 с.
 8. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [ред. проф. **А.Д. Семенова**]. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 541 с.
- Рукопись поступила в редакцию 23.03.12

УДК 622.8: 622.235.5

А.П. МЕДУЛЯН, магистрант, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ И ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ГОРНОРАБОЧИХ НА ШАХТАХ КРИВБАССА

Согласно «Единым правилам безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений подземным способом» все отработанные камеры (пустоты) должны быть обрушены искусственным способом. Если по какой-либо причине пустота не погашена, то она должна быть локализована от действующих выработок, где могут находиться люди.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. На сегодня основным железорудным сырьем ГМК Украины являются магнетитовые кварциты. Для отработки их месторождений в Кривбассе применяют камерные системы разработки. На данный момент на шахтах накопился достаточно большой объем камер (пустот) и внезапное самообрушение пород в которых, приводит к образованию ударных воздушных волн (УВВ) в результате быстрого вытеснения воздуха из камер по прилегающим к ней выработкам. Проходя по сети горных выработок УВВ может разрушить подземные сооружения а так же если имеется связь с нулевой отметкой может спровоцировать разрушения на дневной поверхности.

Такой случай произошел на шахте имени Орджоникидзе. В 7 часов 13 июня 2010 г. во время проведения плановых работ по проведению массового взрыва в подземных выработках на горизонтах 447/527 м (65 т взрывчатки грамонит-79/21), произошло обрушение борта открытого нерабочего карьера, расположенного на расстоянии 1 км от административного здания шахты. После обрушения борта карьера возникла зона нарушения размером 800×500 м и глубиной от 10 до 100 м.

Этот случай еще раз доказывает то, что накопление подземных пустот и их самообрушение что ведет к возникновению УВВ которые так же опасны и для человеческого организма, влечет за собой и накопление вопросов для решения которых необходим научный подход.

Анализ исследований и публикаций. Действие ударной воздушной волны на людей. При времени действия УВВ длительность 20-200 мс, когда оно соизмеримо или превышает период собственных колебаний органов тела человека, основное влияние на характер травмирования человека оказывает давление на фронте волны. Так, барабанные перепонки, являющиеся наиболее уязвимым местом, разрываются при избыточном давлении 35-105 кПа в зависимости от положения головы к фронту УВВ. При давлении на фронте УВВ 20-40 кПа у человека возникают легкие контузии и травмы легкой степени, характеризующиеся головокружением и головной болью. При давлении 40-100 кПа происходит сильное контузия, повреждающая внутренние органы, кровеносные сосуды и мышцы.