

**ВЛИЯНИЕ ТИПА КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ
НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЫЛЕГАЗОВОГО ОБЛАКА
ЗА ПРЕДЕЛЫ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ ПОСЛЕ ПРОИЗВОДСТВА
МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ**

У статті відображено процес винесення забруднюючих речовин за межі зони вибуху при застосуванні різних типів конструкцій свердловинних зарядів при руйнуванні гірських порід.

**INFLUENCING SUCH AS A CONSTRUCTION OF BLASTHOLE
CHARGES ON PROPAGATION DUST- GASEOUS CLOUD
FOR BREAKING POINTS OF OPEN-PIT FIELD
AFTER PRODUCTION OF MASS DETONATINGS**

In article are mapped process of pollutants removal for boundaries of a detonating band at applying different types of blasthole constructions charges at rocks breaking down.

В связи с увеличением объемов буровзрывных работ в горнорудной промышленности возрастает проблема снижения техногенного загрязнения окружающей среды. Весьма эффективным является применение различных типов конструкций скважинных зарядов в зависимости от параметров карьерного поля и погодных условий.

На территории Украины сосредоточено огромное количество запасов нерудных полезных ископаемых, разработку которых осуществляют преимущественно открытым способом с применением буровзрывных работ. Из анализа литературных данных следует, что в Украине разведано и допущено к разработке около 1380 месторождений скальных нерудных полезных ископаемых, из которых 750 – месторождения осадочных и метаморфических пород, а 630 – полезные ископаемые магматического происхождения, расположенные преимущественно в центральных и южных областях нашей страны. Свыше 500 месторождений, расположенных в Донбассе, Прикарпатье, центральных областях и АР Крым, представлены породами с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протодяконова 6-12. Из месторождений нерудных осадочных, метаморфических и обломочных пород следует выделить известняковые в АРК (Западно-Кадыковское, Госфорт, Псилерахское, Инкерманское, Западно-Балаклавское) и другие.

Вскрытие таких месторождений осуществляется общими или отдельными траншеями до глубины образования 1-2 уступов по полезному ископаемому. Вскрывающие выработки проходятся вдоль одного из контуров карьерного поля преимущественно по одному борту с использованием различных комплексов горного оборудования, которое может перемещаться как по горизонтали, так и в глубину.

Буровзрывные работы, как основной способ добычи скальных полезных ископаемых остается пока единственным эффективным средством разрушения горных пород, несмотря на его негативное воздействие на окружающую среду.

С применением буровзрывных работ в мире за год отбивается около 10 млрд. м³ горной массы, при этом в атмосферу карьеров, кроме пыли, ежегодно выбрасывается около 350-450 млрд. литров вредных газов.

Пылегазовое облако, образующееся от массового взрыва, распространяется на огромные расстояния и, осаждаясь в жилых районах и на сельскохозяйственных угодьях, создает неблагоприятную обстановку в радиусе до 100 км. На распространение пылегазового облака и содержание в нем загрязняющих веществ влияют метеорологические условия местности, параметры карьера, количество и тип взрываемого ВВ, конструкции скважинных зарядов, условия проведения массовых взрывов, эффективность природоохранных мероприятий и многое другое.

Концентрация пыли в воздухе при неблагоприятном влиянии всех этих факторов на расстоянии 1 км от места взрыва достигает до 3000 ПДК и по мере удаления снижается до предельно-допустимых значений.

Так, по данным СОПС Украины превышение ПДК пыли в воздухе до 5 раз приводит к потерям сельскохозяйственной продукции на 6,5 %.

Не менее остро технический аспект проблемы проявляется на карьерах Украины по добыче нерудных полезных ископаемых и строительных материалов, что приводит к обострению экологических проблем, связанных с производством буровзрывных работ.

Гранитные карьеры стройиндустрии и карьеры по добыче пильного камня, как правило, расположены в черте крупных городов Украины, таких как Запорожье, Днепропетровск, Донецк, Луганск, Ивано-Франковск и другие, и даже в курортных зонах Крыма (карьеры ПО «Крымстройматериалы», и «Крымнерудпром»).

На гранитных месторождениях Украины часто отрабатываются интрузивные породы на небольших глубинах. На большинстве месторождений осадочного типа залегают нарушенные выветриванием и подверженные процессу карстообразования скальные породы различной крепости и трещиноватости.

В целях защиты окружающей среды на карьерах, разрабатывающих породы такого типа, основное внимание следует уделять конструкциям скважинных зарядов. При этом на каждом участке необходимо четко знать гидрогеологическое строение залежи, изменение которого будет обуславливать выбор наиболее выгодной с экологоэкономической точки зрения конструкции скважинного заряда.

Разработка месторождений полезных ископаемых с применением буровзрывных работ ведется различными способами по известным технологическим схемам [1, 3, 5, 6].

В целом ряде исследований [1, 3, 6] приводится детальное описание различных способов и средств борьбы с отравляющими веществами, имеются публикации, в которых даются дифференцированные сведения о технических разработках в этой области.

Технология буровзрывных работ на карьерах как малой, так и большой мощности, разрабатывающих породы, идентичные по своему составу и трещиноватости, ничем не отличается. Различие состоит лишь в том, что на

карьерях малой и большой мощности применяют разные диаметры и конструкции скважинных зарядов.

По данным [4] при использовании малых диаметров скважинных зарядов уменьшаются заколы за линию зарядов в глубь массива, снижается выход негабаритных фракций.

Лабораторные исследования позволили установить, что выделение пылевидной фракции при использовании зарядов с малыми диаметрами значительно уменьшается. Однако при этом увеличивается себестоимость обустройства массива.

С увеличением крепости пород от 6 до 18 затраты на бурение растут в 10 раз, а затраты на взрывание – 2 раза [5].

Из анализа литературных данных следует, что в породах с коэффициентом крепости меньше 7 по шкале М.М. Протоdjаконова основное внимание помимо конструкций скважинных зарядов, следует уделять метеорологическим условиям региона, типу применяемых ВВ (более дешевым и экологически целесообразным ВВ). Например, при взрывании в сухих скважинах следует применять ВВ типа Гранулит, в обводненных – ВВ типа Украинит, что даст возможность снизить, помимо выбросов вредных веществ, затраты на производство буровзрывных работ.

Конструкции скважинных зарядов, рассредоточенные в основном водными и воздушными промежутками, играют важную роль не только в регулирования степени дробления. Использование таких конструкций скважинных зарядов, в зависимости от гидрогеологических условий, дает возможность широко управлять действием взрыва в массиве, а также существенно снижать выбросы вредных веществ. При этом следует отметить, что концентрации вредных веществ в пылегазовом облаке при инициировании скважинного заряда, рассредоточенного водным промежутком в одних и тех же условиях, будут ниже, чем при использовании скважинного заряда с воздушным промежутком.

При производстве буровзрывных работ вышеперечисленные факторы не учитываются, что делает их технологию экологически вредной. Вследствие производства массовых взрывов загрязняющие вещества распространяются на различные расстояния за пределы санитарно – защитной зоны, дальность их распространения зависит от многих метеорологических факторов (скорости ветра, температуры, наличия осадков и многих других), параметров карьерных полей, а также их конфигурации.

Некоторые предприятия, чтобы снизить ущерб, наносимый буровзрывными работами, акцентируют свое внимание на использовании более дешевых ВВ с нулевым кислородным балансом, а не на самой технологии производства массового взрыва, которая должна учитывать гидрогеологическое строение залежи, и, вследствие этого, может на отдельных участках изменяться. При этом фонды предприятия, которые раньше расходовались на погашение ущерба, при таком подходе будут идти на увеличение производственной мощности, т.е. развитие предприятия.

Исходя из вышесказанного карьер следует рассматривать как технологи-

ческий комплекс, в результате деятельности которого образуются зоны негативного влияния, на которых, как уже отмечалось, происходит ухудшение состояния окружающей среды и водных ресурсов.

Охрана водных объектов на карьерах представляет собой систему технических, экономических, организационных и многих других мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения водных ресурсов и окружающей среды в целом.

К системе технических мероприятий можно отнести совершенствование технологии добычи полезных ископаемых с применением буровзрывных работ, а также мероприятия, направленные на усиление контроля за состоянием воды в водных бассейнах.

К экономическим мероприятиям следует отнести мероприятия по усилению материальной заинтересованности предприятий при предотвращении загрязнения от массовых взрывов.

В организационные мероприятия включают мероприятия по выбору оптимальной технологии ведения БВР, а также конструкции скважинного заряда.

Большое внимание в первую очередь следует уделять улучшению качества заряжения скважинного заряда и забойки и создания промежутков в том числе.

Большая часть месторождений полезных ископаемых обводнена из-за наличия водоносных горизонтов, расположенных выше залегания полезных ископаемых, влияния атмосферных осадков и других поверхностных вод. При взрывании обводненного массива конструкции скважинного заряда необходимо уделять максимум внимания, так как качество взрыва в таких условиях будет связано с ее качеством.

В таких условиях наиболее экономически выгодной будет технология с использованием конструкции скважинного заряда рассредоточенного водным промежутком.

В зависимости от степени обводненности месторождения полезных ископаемых делятся на три категории: с умеренной, повышенной и высокой обводненностью [3].

Месторождения с умеренной обводненностью обычно сложены устойчивыми скальными и полускальными некарстовыми породами, в которых имеются один или два водоносных горизонта с незначительной водопроницаемостью.

Месторождения с повышенной обводненностью сложены переслаивающимися неустойчивыми и рыхлыми осадочными породами, в которых содержится до десятка водоносных горизонтов.

Месторождения, которые сложены карстовыми или сильно раздробленными, тектонически нарушенными породами характеризуются высокой обводненностью.

Исходя из этого, следует выбирать технологию ведения буровзрывных работ, которая в каждом конкретном случае будет наиболее эффективной с точки зрения защиты окружающей среды и увеличения объема производства.

Большое внимание следует уделять конструкциям скважинных зарядов, рассредоточенных водными, воздушными, инертными промежутками, и типу

ВВ как основному средству регулирования содержания пылевидных фракций и вредных газов в пылегазовом облаке.

По данным [1, 2, 4] минеральные ресурсы, извлекаемые из недр, в конечном счете, возвращаются в окружающую среду.

Нитраты и нитриты из почв ассимилируются растениями, при этом происходит их восстановление до NH_3 . Большие концентрации оксидов азота в воздухе способствуют повышению окислительной способности атмосферы.

В подземных водах соединения азота встречаются в виде ионов NO_2 , NO_3 , NH_4 . При органическом происхождении они считаются безвредными в санитарном отношении, но при неорганическом происхождении соединения азота могут служить показателями загрязнения воды и возможного наличия в ней болезнетворных бактерий.

NO_2 широко распространен в поверхностных и грунтовых водах, но обычно в очень небольшом количестве. Повышенное количество азотистой кислоты в подземной воде может появляться в процессе окисления аммиачных соединений (и разложения органических соединений), а также при восстановлении нитратов в нитриты. Окисление аммиачных соединений нередко вызывается деятельностью нитрифицирующих бактерий.

Значительное количество ионов нитрита может свидетельствовать о присутствии в воде болезнетворных бактерий (холерного вибриона, бациллы тифа и др.).

Наличие ионов NO_2 в подземных питьевых водах не допускается, в крайнем случае, допускаются лишь их следы.

Присутствие NO_3 в воде свидетельствует о полном окислении азотсодержащих органических веществ. Азотнокислые соли, в незначительных количествах встречаемые в подземных водах, не опасны сами по себе для здоровья людей, но вместе с ионом нитрата (могут также присутствовать ионы аммония и нитрита) они оказывают отрицательное воздействие на организм человека.

Для питьевой воды допускается содержание ионов нитрата до 10 мг/л.

При производстве массовых взрывов на уровень запыленности существенное влияние оказывает влажность и крепость горных пород, трещиноватость, параметры карьерного поля, метеорологические условия, эффективность мероприятий, направленных на уменьшение загрязнения окружающей среды, а также тип конструкции скважинного заряда.

Из анализа многих литературных источников известно, что каждая горная порода характеризуется оптимальным значением влажности, при котором достигается снижение запыленности воздуха.

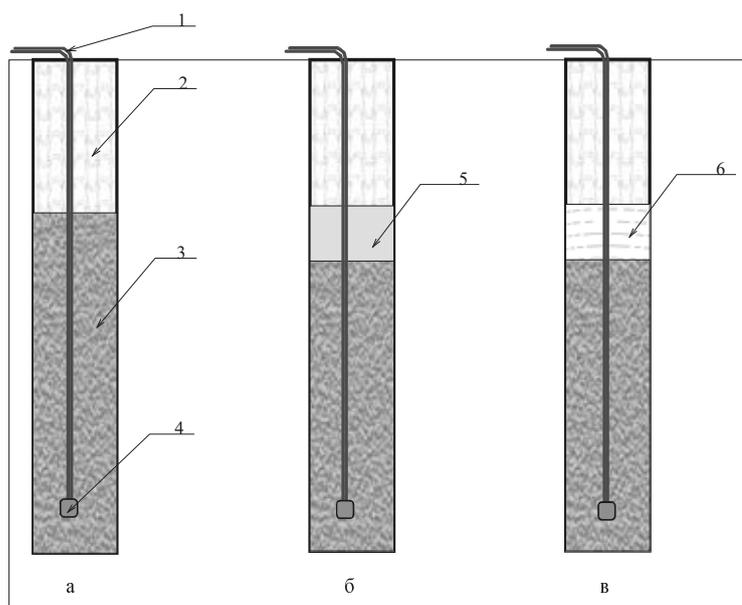
Необходимо отметить, что по мере роста крепости горных пород удельный расход ВВ растет. Так, при увеличении удельного расхода ВВ в 2 раза удельное пылевыделение возрастает в 6 раз [4].

Эффективным методом предотвращения пылевыделения является предварительное увлажнение массива. Запыленность воздуха при оптимальном насыщении водой взрываемого массива снижается до минимума. При производстве массовых взрывов в зимних условиях применяют гидрообеспыливание,

при температурах от 0 до -5°C взорванный блок орошают холодной водой, а при температурах от -5 до 10°C – горячей. При температурах ниже -10°C используют воду с добавками солей.

С целью изучения распространения пылегазового облака, было выполнено ряд исследований по определению дисперсного состава пылевидных фракций, выпадающих из пылегазового облака на различных расстояниях от места проведения массового взрыва при сплошной конструкции скважинного заряда (рис. 1 а), рассредоточенной воздушным (рис. 1 б) и водным (рис. 1 в) промежутками.

Результаты исследований приведены в таблицах 1, 2, 3.



1 – детонирующий шнур, 2 – инертная забойка, 3 – заряд взрывчатого вещества, 4 – промежуточный детонатор (тротиловая шашка Т-400Г), 5 – водный промежуток, 6 – воздушный промежуток

Рис 1 – Конструкции скважинных зарядов

Таблица 1 – Дисперсный состав пыли, выпадающей из пылегазового облака на различных расстояниях от места производства массового взрыва при сплошной конструкции скважинного заряда

Расстояние, м	Содержание (%) фракций, мкм				
	До 1,5	1,5-5	5-15	15-50	50 и более
50	64,82	27,02	9,19	1,37	1,56
100	67,13	24,15	8,23	1,04	0,51
150	78,77	29,41	8,01	1,12	0,03
200	73,10	17,14	7,03	0,78	0,03
300	74,16	19,80	7,76	0,82	0,02
400	76,32	14,56	5,20	0,63	0,18
500	77,08	14,03	5,02	0,58	0,16
1000	64,02	12,48	3,82	0,42	0,10
1500	38,42	7,49	2,03	0,22	0,08

Таблица 2 – Дисперсный состав пыли, выпадающей из пылегазового облака на различных расстояниях от места производства массового взрыва при конструкции скважинного заряда, рассредоточенного воздушным промежутком

Расстояние, м	Содержание (%) фракций, мкм				
	До 1,5	1,5-5	5-15	15-50	50 и более
50	51,86	21,62	7,35	1,10	1,25
100	53,71	19,32	6,58	0,83	0,41
150	63,02	23,53	6,41	0,89	0,02
200	58,48	13,71	5,63	0,62	0,02
300	59,33	15,84	6,21	0,66	0,02
400	61,06	11,65	4,16	0,51	0,14
500	61,66	11,22	4,02	0,46	0,13
1000	51,22	9,98	3,06	0,34	0,08
1500	30,81	5,99	1,62	0,18	0,06

Таблица 3 – Дисперсный состав пыли, выпадающей из пылегазового облака на различных расстояниях от места производства массового взрыва при конструкции скважинного заряда рассредоточенного водным промежутком

Расстояние, м	Содержание (%) фракций, мкм				
	До 1,5	1,5 – 5	5 – 15	15 – 50	50 и более
50	38,89	16,21	5,52	0,83	0,94
100	40,28	14,49	4,94	0,63	0,31
150	47,26	17,65	4,81	0,67	0,02
200	43,86	10,28	4,22	0,47	0,02
300	44,50	11,88	4,66	0,50	0,01
400	45,80	8,74	3,12	0,38	0,11
500	46,25	8,42	3,01	0,35	0,01
1000	38,41	7,49	2,29	0,25	0,06
1500	23,05	4,49	1,22	0,13	0,05

Установлено, что степень оседания частиц пыли менее 1,5 мкм увеличивается по мере их удаления от места взрыва. На интенсивность выпадения пыли и ее концентрацию в облаке существенное влияние оказывают конструкции скважинных зарядов, параметры карьерного поля и метеорологические условия.

Значительный рост карьеров характеризуется увеличением их глубины, ростом производственной мощности, интенсивностью производства массовых взрывов, что отрицательно влияет на экологическое равновесие системы «человек – окружающая среда» и может привести к изменению санитарно – гигиенических условий карьеров и регионов в целом.

Из выше изложенного могут быть сделаны следующие выводы. Одним из основных способов снижения загрязнения окружающей среды при ведении буровзрывных работ является создание новых более эффективных и эколого-целесообразных технологий производства массовых взрывов в зависимости от параметров карьера и метеорологических условий региона, а также приме-

нения различных конструкций скважинных зарядов с использованием нейтрализующих веществ в составе забоечного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зберовский А.В. Охрана атмосферы в экосистеме «карьер – окружающая среда – человек». – Днепропетровск, РИО АП ДКТ, 1997. – 136 с.
2. Методические подходы к выбору устойчивого развития территории/ Под научной редакцией проф., д-ра техн. Наук А.Г. Шапаря; НАН Украины. Ин-т проблем природопользования и экологии. – Днепропетровск, 1996. В двух томах.
3. Гопанюк Д.Г., Швец В.Ю., Пацера С.В. Способы уменьшения загрязнения окружающей природной среды от действия взрывных работ при разрушении горных пород // Науковий вісник НГУ. – 2005. – № 12. – С. 99-101.
4. Ефремов Э.И., Мартыненко В.П., Бережецкий А.Я. Способ повышения эффективности взрыва и локализации пылегазовых выбросов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного ун-ту: Наукові праці КДПУ. – Кременчук: КПДУ, 2002. – Вип. 2 (13). – С. 3-5.
5. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности) ч. II. Учебник для вузов. 3-е издание, переработанное и дополненное. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 1994. – 448 с.
6. Гущин В.И. Взрывные работы на карьерах. М., «Недра», 1975. – 248 с.

УДК 624.191.24

Канд. техн. наук В.І. Петренко,
(Державна корпорація „Укрметротунельбуд”)

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ВИМІРІВ ДЕФОРМАЦІЙ КІЛЕЦЬ ОПРАВ ЕСКАЛАТОРНИХ ТУНЕЛІВ

В статті розглядається поведінка залізобетонної і чавунної оправи декількох ескалаторних тунелів Київського метрополітену, які пройдені в шаруватих ґрунтах. Надається порівняння деформацій оправ в залежності від гірського тиску, первинного нагнітання розчинів, температурних діянь при заморожуванні-відтаюванні ґрунту.

ANALYSIS OF OUTCOMES OF TOOLHOUSE MEASUREMENTS OF COLLARS STRAINS OF CASINGS THE ESCALATOR TUNNELS

In the article the conduct the reinforced concrete and cast-iron of linings of series of Kiev underground escalator tunnels, passed in the stratified soils, is examined. The comparison of lining deformations on the rock pressure, primary solutions injection and temperature influences at freezing-thawing of soil is offered.

Однією з найважливіших задач при проектуванні і будівництві тунелів різного призначення, в тому числі і похилих ескалаторних, є прогнозування характеру геомеханічних процесів, що виникають при їхньому спорудженні. Напружено-деформований стан (НДС) оправи та оточуючих ґрунтів визначається розмірами і положенням шарів з меншими деформаційними характеристиками, розподілом і максимальними значеннями деформацій та їх тривалістю. Крім того, названі характеристики визначаються міцністю ґрунтів, положенням рівня ґрунтових вод, глибиною закладання тунелю, конструкцією і типом оправи, процесом заморожування та відтаювання ґрунтів тощо.