

УДК 504.05; 662.2

liza960210@yandex.ru

**АНАЛИЗ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В КАРЬЕРЕ АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»¹****ANALYSIS OF EXPLOSIVES USED WHILE DRILLING AND EXPLOSION
WORKS IN THE CAREER OF JSC «LEBEDINSKIY GOK»**

*Ястребинская А. В., кандидат технических наук,
Атанова Е. Н., Белгородский государственный
технологический университет им. В. Г. Шухова, Белгород*

*Yastrebinskaya A. V., Atanova E. N.,
Belgorod State University of Technology V. G. Shukhov, Belgorod*

Проведены расчеты максимально разовых и валовых выбросов вредных газов и пыли при использовании разных по составу взрывчатых веществ. Анализ полученных результатов показал, что использование эмульсионных взрывчатых веществ позволяет в несколько раз снизить максимально разовые и валовые выбросы. Использование дополнительного орошения поверхности взрыва растворами поверхностно-активных веществ, приведет к образованию «корки», что будет способствовать уменьшению высоты подъема пылегазового облака, а использование гидрозабойки позволит уменьшить температуру термика, тем самым дополнительно будет снижен максимально разовый и валовый выбросы вредных веществ, образующихся в результате проведения массовых взрывов в карьере АО «Лебединский ГОК».

Ключевые слова: АО «Лебединский ГОК», буровзрывные работы, взрывчатые вещества, горные работы, крепость пород.

The calculations of the maximum one-time and gross emissions of harmful gases and dust using explosives with different compositions. An analysis of the results showed that the use of emulsion explosives allows several times to reduce the maximum one-time and gross emissions. The use of additional irrigation of the explosion surface with solutions of surfactants will lead to the formation of a “crust”, which will help to reduce the height of the dust and gas cloud, and the use of hydraulic shutter will reduce the thermal temperature, thereby additionally reducing the maximum one-time and total emissions of harmful substances generated as a result of mass explosions in the quarry of Lebedinsky GOK JSC.

Keywords: JSC Lebedinsky GOK, blasting, explosives, mining, rock fortress.

¹ Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова.

Анализ взрывчатых веществ при проведении буровзрывных работ остается всегда актуальной темой. Одной из главных проблем горнодобывающей промышленности является образование пылегазового облака во время проведения массовых взрывов. От правильно выбранного взрывчатого вещества, способа его закладки, времени проведения взрывов, метеорологических условий зависит не только масштаб негативного влияния на окружающую среду, но и здоровье работников горнодобывающей промышленности и населения, проживающего в районах промышленной агломерации.

Цель данной работы – анализ образования пылегазового облака в карьере АО «Лебединский ГОК», в зависимости от состава взрывчатого вещества и разработка мероприятий по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) дана характеристика буровзрывным работам в карьере АО «Лебединский ГОК»;
- 2) проведено сравнение разных по составу взрывчатых веществ;
- 3) произведен расчет максимально разовых и валовых выбросов вредных газов и пыли;
- 4) разработаны мероприятия по охране окружающей среды.

Для сравнения выброса концентрации при массовых взрывах различных взрывчатых веществ использовалось определение максимально-разового и валового выброса вредных газов и пыли.

Расчеты произведены на основании методической документации:

- 1) методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей);

- 2) методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Загрязнение атмосферного воздуха всегда остается актуальной проблемой глобального мира. Опасность заключается в том, что в чистый воздух попадают вредные вещества и в результате круговорота веществ в природе оказывают негативное влияние на флору и фауну, но также способствуют изменению климата Земли.

Основными источниками загрязнения воздуха в современном мире являются [7]:

- 1) антропогенные:
 - промышленные предприятия;
 - транспорт;
 - теплоэнергетика;
 - отопление жилищ;
 - сельское хозяйство.
- 2) естественные:
 - пыльные бури;
 - вулканизм;
 - лесные пожары;
 - выветривание;
 - разложение живых организмов.

Среди центров горнодобывающей промышленности Российской Федерации основным и самым крупным является Курская магнитная аномалия.

Белгородская область занимает лидирующие позиции по производству и добыче металлургического сырья: железорудного концентрата, нефлюсованных окатышей и металлизированных брикетов для бездоменной металлургии. Производство территориально сосредоточено в городах Губкин и Старый Оскол, входящих в состав крупнейшего металлургического холдинга страны «МЕТАЛЛОИНВЕСТ».

В состав Металлоинвеста входят:

- 1) горно-обоганительные комбинаты: Лебединский и Михайловский;
- 2) металлургические предприятия: Оскольский электрометаллургический комбинат и Уральская Сталь;
- 3) компания по вторичной переработке металла «УралМетКом».

Объектом исследования является Лебединский ГОК — единственный в России и СНГ производитель горячебрикетированного железа (ГБЖ). На месторожде-

нии выделяют три промышленных участка: Центральный, Южный и Стойло-Лебединский.

Разработка месторождения железных руд Лебединского ГОКа состоит из нескольких сложных технологических этапов [4]:

- 1) снятие плодородного слоя почвы;
- 2) производство вскрышных работ;
- 3) буровзрывные работы;
- 4) добыча руды;
- 5) транспортировка;
- 6) первичное дробление;
- 7) складирование отвальных пород.

Извлечение полезных ископаемых из недр в карьере Лебединского ГОКа происходит после проведения буровзрывных работ открытого типа. При проведении работ образуется пылегазовое облако, которое оказывает негативное влияние на окружающую среду и является одной из главных экологических проблем региона. Поэтому основными целями экологического менеджмента АО «Лебединский ГОК» на этапе проведения буровзрывных работ являются:

- 1) пылеподавление обурываемых блоков с применением воды и вяжущих растворов;

- 2) использование естественной обводненности горных пород и взрывааемых скважин;

- 3) использование взрывчатого вещества с кислородным балансом, близким к нулю;

- 4) эксплуатация передвижного поста ПЭП-1-1 и передвижной экологической лаборатории СКАТ для получения достоверной информации о качестве атмосферного воздуха [1].

Указанные мероприятия не только позволяют минимизировать негативное влияние на окружающую среду, но и дают возможность для дальнейшего углубленного изучения.

Образование пылегазового облака зависит от метеорологической обстановки, используемых взрывчатых веществ, крепости пород. Само облако состоит из взвешенных частиц, оксида углерода, диоксида серы, оксидов азота и т. п.

Каждое взрывчатое вещество подбирается в соответствии с коэффициентом крепости горных пород (шкала профессора М. М. Протодьяконова [2]), оценки трещиноватости скальных массивов.

Покрывающая порода состоит из отложений, приведенных в табл. 1.

Таблица 1
Покрывающие породы карьера АО «Лебединский ГОК» (сверху вниз)

№ п/п	Покрывающая порода	Протяженность, м	Коэффициент крепости
1	Глина и суглинок	от 1 до 20	0,6–1
2	Мергельно-меловая толща	от 0 до 60	3–4
3	Сеноман-альбская толща песков	от 25 до 30	5–6
4	Юрские песчано-глинистые	от 2,5 до 27	8–10
5	Кровли докембрия – девонские отложения, представляющие глину и рудные брекчия	от 27 и ниже	10–15

При проведении взрывных работ в карьере АО «Лебединский ГОК» для зарядки скважин используются штатные взрывчатые вещества, такие как Гранулотол,

Граммонит 79/21, а также эмульсионные взрывчатые вещества собственного производства (далее ЭВВ): Тован и Товаг. Ис-

пользуется при этом метод скважинных рядов.

Суть этого метода состоит в том, что взрывчатое вещество размещают в вертикальных или наклонных скважинах с забойкой верхней части инертными материалами из песка, буровой мелочи или забоечного материала специального состава. Скважины располагаются в один или несколько рядов параллельно верхней бровке уступа и размещаются друг от друга на рас-

четном расстоянии по прямоугольной сетке или в шахматном порядке. Расстояние от первого ряда скважин до верхней бровки уступа должно обеспечивать безопасность размещения бурового станка на уступе и рабочих по заряданию скважин [4].

Характеристика взрывчатых веществ на основании ГОСТ 25857–83 [3], ТУ 84–08628424-814-2005 [8] представлена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика взрывчатых веществ, используемых при буровзрывных работах в карьере АО «Лебединский ГОК»

	Гранулотол	Граммонит 79/21	ЭВВ
Кислородный баланс, %	-74	+0,02	-1,0
Теплота взрыва, ккал/кг	870	1025	696
Объем газов, л/кг	750	895	932
Тротиловый эквивалент	1	1,02	0,73

Для того чтобы оценить негативное воздействие на окружающую среду, а именно атмосферный воздух, во время проведения массовых взрывов, для каждого взрывчатого вещества были выбраны одинаковые условия и параметры:

- 1) крепость пород: 6–8;
- 2) количество взрывающего взрывчатого вещества: 3 тонны;
- 3) количество взрывов в год: 45.

Расчеты произведены на основании методической документации:

- 1) Методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей) [5];

- 2) Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [6].

Валовый выброс вредных газов:

$$M = K \cdot A \cdot (Q_{\text{пго}} + Q_{\text{гм}}) \cdot N \cdot 10^{-6}, \text{ т/год},$$

где K – коэффициент трансформации оксидов азота;

A – количество взрывающего ВВ, кг;
 $Q_{\text{пго}}$ – удельное содержание вредных газов в пылегазовом облаке при взрыве 1 кг ВВ;

$Q_{\text{гм}}$ – удельное содержание вредных газов в отбитой горной массе;

N – количество взрывов в год.

Максимально разовый выброс вредных газов:

$$G = K \cdot A \cdot \frac{Q_{\text{пго}}}{T_{\text{оср}}}, \text{ г/с},$$

где $T_{\text{оср}}$ – 1200 с 20-минутное осреднение.

Валовый выброс пыли:

$$M = Q_{\text{п}} \cdot K_2 \cdot Q_{\text{об}} \cdot N \cdot 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где $Q_{\text{об}}$ – объем взорванной горной массы, м³;

$Q_{\text{п}}$ – удельное пылеподавление из 1 м³;

K_2 – коэффициент, учитывающий влажность материала.

Максимально-разовый выброс пыли:

$$G = Q_{II} \cdot K_2 \cdot Q_{об} \cdot \frac{10^3}{T_{оср}}, \text{ г/с.}$$

В результате расчетов были получены максимально разовые и валовые выбросы газов и вредных веществ, которые приведены в табл. 3.

Таблица 3
Результаты расчета максимально разовых и валовых выбросов

Взрывчатые вещества ↓	Выделяемые вещества →	Азота диоксид	Азот (II) оксид	Углерод оксид	Взвешенные вещества
Гранулотол	Максимально-разовый (г/с)	6160,00	1001,00	112500,00	0,25
	Валовый выброс (т/год)	482,33	78,38	8808,75	0,01
Граммонит 79/21	Максимально-разовый (г/с)	15960,00	2593,50	18125,00	0,11
	Валовый выброс (т/год)	1239,84	201,47	1400,63	0,006
ЭВВ	Максимально-разовый (г/с)	2240,00	364,00	10312,50	0,06
	Валовый выброс (т/год)	181,44	29,48	793,13	0,003

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что использование эмульсионных взрывчатых веществ приводит к существенному снижению максимально разовых и валовых выбросов вредных веществ, образующихся в результате проведения массовых взрывов в карьерах открытого типа. Так, максимально разовый и валовый выброс диоксида и оксида азота снизился в 2,75 раза относительно применения Гранулотола и в 7 раз относительно Граммонита. Выброс оксида углерода снизился в 11 раз относительно применения Гранулотола и в 1,8 раз относительно Граммонита. По взвешенным веще-

ствам наблюдается снижение в 4 раза относительно применения Гранулотола и в 1,8 раз относительно Граммонита.

Использование дополнительного орошения поверхности взрыва растворами поверхностно-активных веществ приведет к образованию «корки», что будет способствовать уменьшению высоты подъема пылегазового облака, а использование гидрозабойки позволит уменьшить температуру термика, тем самым дополнительно будет снижен максимально разовый и валовый выбросы вредных веществ, образующихся в результате проведения массовых взрывов в карьере АО «Лебединский ГОК».

Литература

1. Атанова Е. Н., Ястребинская А. В. Технологии буровзрывных работ в карьере АО «Лебединский ГОК» // XIII Международная научно-практическая конференция «Молодежь и научно-технический прогресс»: сб. докл.: в 2 т. Т. 1. Губкин, 2020. С. 346–348.
2. ГОСТ 21153.1–75. Породы горные. Метод определения коэффициента крепости по Протодьяконову. Введ. 1975–09–25. М., 1975. 3 с.
3. ГОСТ 25857–83 Гранулотол. Технические условия. Введ. 1983–07–11. М., 1994. 30 с.
4. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Добыча и обогащение железных руд / сост. А. В. Сентюрин и др. М., 2017. 224 с.
5. Методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей). Люберцы, 1999. 17 с.
6. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С–Пб, 2012. 172 с.
7. Михайлов Ю. В. Горнопромышленная экология. М., 2011. 336 с.
8. ТУ 84–08628424–814–2005 Вещества взрывчатые промышленные. Граммониты 79/21 и 30/70. М., 2005. 5 с.

References

1. Atanova E. N., Yastrebinskaya A. V. Drilling and blasting technologies in the quarry of Lebedinsky GOK JSC // XIII International Scientific and Practical Conference "Youth and Scientific and Technical Progress": Sat. dokl.: in 2 t. T. 1. Gubkin, 2020. Pp. 346–348.
2. GOST 21153.1–75. The rocks are mountain. Method for determining the coefficient of strength according to Protodyakonov. Enter 1975–09–25. M., 1975. Pp. 3.
3. GOST 25857–83 Granulotol. Technical conditions Enter 1983–07–11. M., 1994. Pp. 30.
4. Information and technical reference on the best available technologies. Extraction and concentration of iron ores / compilers A. V. Sentyurin and etc. M., 2017. Pp. 224.
5. Methodology for calculating harmful emissions (discharges) for a complex of equipment for open cast mining (based on specific indicators). Lyubertsy, 1999. Pp.17.
6. The methodological manual for the calculation, regulation and control of emissions of pollutants into the air. St. Petersburg, 2012. Pp. 172.
7. Mikhailov U. V. Mining ecology: a training manual. M., 2011. Pp. 336.
8. TU 84-08628424-814–2005 Explosive industrial substances. Grammonites 79/21 and 30/70. M., 2005. Pp. 5.