

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

7.2007



НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



www.rudmet.ru



Уважаемые металлурги!

В этот праздничный день хочется сказать вам самые душевные, самые теплые слова благодарности за ваш тяжелый, но такой необходимый всем нам труд.



Металлургия — основа экономики Красноярского края уже многие десятилетия. Благодаря вам мы смогли в послевоенные годы стать одним из самых могучих регионов России.

Благодаря вам мы достойно пережили смутные времена.

Благодаря вам нам удалось создать основу для новой индустриализации не только нашего края, но и всей Сибири.

На металлургических предприятиях работают десятки тысяч жителей единого Красноярского края. Многие посвятили этой благородной профессии всю свою жизнь, привели на производство детей, а кое-кто и внуков. И это главное свидетельство того, что в отрасли все в порядке.

С праздником вас! Удачи в делах, здоровья вам и вашим близким!

**Губернатор
Красноярского края
А. Г. Хлопонин**

**Председатель
Законодательного собрания
А.В. Усс**



ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Подписные индексы: 71060 (Роспечать)
83869 (ОК «Пресса России»)

7•2007

И Ю Л Ъ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛИ:



НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ
горно-металлургическая компания



**Московский государственный
институт стали и сплавов**
(Технологический университет)



**АССОЦИАЦИЯ
промышленников
горно-металлургического
комплекса России**



При поддержке
Томского политехнического
университета



При участии
Государственного Эрмитажа

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **А. В. ПУТИЛОВ**

Первый зам. главного редактора **А. В. СЫСОЕВ**

Первый зам. главного редактора **В. С. СТРИЖКО**

Члены редколлегии:

З. С. Абишева, А. А. Аксенов, П. Н. Алентов (редактор раздела «Тяжелые цветные металлы»),
В. С. Александровская (отв. секретарь), **Н. М. Барбин, И. Н. Белоглазов,**
В. А. Бочаров (редактор раздела «Обогащение»), **Г. Ю. Боярко, В. А. Брюквин, А. А. Быкасов, В. П. Быстров,**
Е. М. Бычков (зам. главного редактора), **Г. М. Вольдман, А. Г. Воробьев** (зам. главного редактора),
Ю. Ф. Гнедин, Л. А. Глазунов, А. Н. Голов, Ю. И. Двинин, А. А. Дмитриев, В. А. Дмитриев, А. В. Елютин,
Н. Г. Кайтмазов, В. С. Кальченко (редактор раздела «Алюминий, глинозем, углеродные материалы»),
Б. Г. Киселев, Л. И. Клячко, В. Ф. Козырев, Н. К. Колмогоров, С. И. Корнеев,
Б. А. Котляр (редактор раздела «Экономика и управление производством»),
Ю. А. Котляр, Е. А. Левашов (редактор раздела «Композиционные материалы и многофункциональные покрытия»),
Г. С. Макаров (редактор раздела «Металлообработка»), **Н. Е. Мальцев** (редактор раздела «Автоматизация»),
В. Ю. Матвеев, В. И. Москвитин, С. С. Набойченко, В. И. Никонов,
А. В. Передереев (редактор раздела «Магний, титан, редкие металлы, полупроводники»),
В. В. Пронников, А. М. Птицын, А. В. Путилов, В. С. Рудаков, В. К. Румянцев, А. Г. Рыжов, А. М. Рытиков,
А. В. Тарасов, Л. Ш. Цемехман, Р. Л. Шаталов, В. И. Щеголев, Н. Н. Шипков, В. Д. Шустицкий.

Представители Издательского дома:

в Республике Казахстан: **З. С. Абишева** (Алматы) (8-10-7-327-2) 914-698
в Болгарии и балканских странах: **В. В. Геновски** (София) (8-10-359-2) 987-57-27
в Венгрии и Австрии: **Г. Сентдьерди** (Будапешт) (8-10-36-30-9) 440-219

Партнеры:

DMG World Media (Великобритания) — www.dmgworldmedia.com; GDMB — Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik (Германия) — www.GDMB.de; Interall — International Aluminium Publications (Италия) — www.interall.it

РЕДАКЦИЯ:

А. Г. Воробьев — зам. главного редактора
В. С. Александровская — отв. секретарь
Т. С. Смирнова — ведущий редактор
Н. В. Шаркина — ведущий редактор
А. Н. Шемякина — ведущий редактор
Р. А. Егорова — редактор

Компьютерный дизайн и верстка

Т. Н. Хоролец

Корректоры **Е. Е. Герасимова, Ю. И. Королева**

Печ. л. 14,5. Подписано в печать с оригинал-макета 23.07.07.

Формат 60×90 1/8. Бумага мелованная. Offsetная печать.

Товарный знак и название «Цветные металлы» являются исключительной собственностью Издательского дома «Руда и Металлы». Журнал зарегистрирован в Минпечати РФ ПИ № 77-14246 от 27.12.2002

Адрес редакции: Ленинский пр-т, 6, МИСиС, комн. 624

Почтовый адрес: 119049, Москва, В-49, а/я № 71

Телефоны: (495) **504-89-75**, 955-01-75. E-mail: tsvetmet@rudmet.ru

Отпечатано в ОАО «Московская типография № 13».

105005, Москва, Денисовский пер., д. 30

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

Журнал по решению ВАК Минобразования РФ включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук» по разработке месторождений твердых полезных ископаемых, по металлургии, по экономике, по химии.

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале, осуществляются только с разрешения редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

Разработка месторождений

- Карелин В. Н., Галаов Р. Б., Косицын А. В.* Перспективы и особенности развития добычи богатых руд на больших глубинах в условиях рудника «Таймырский» 5
- Бадтиев Б. П., Анохин А. Г., Марысюк В. П., Наговицин Ю. Н., Тапсиев А. П.* Совершенствование восходящей слоевой системы разработки с закладкой для выемки медистых руд 9
- Малинин А. М., Хубулов О. Ю., Хуцишвили В. И.* Состояние и перспективы закладочных работ талнахских рудников 13
- Рябкин В. А., Торгашин А. С., Шкляр Г. К., Осипов Р. А.* Вкрапленные руды норильских медно-никелевых месторождений — перспективный источник платинометаллического сырья 16
- Куликов Ф. М., Косицын А. В.* Повышение уровня промышленной безопасности и улучшение условий труда на руднике «Таймырский» 22

Обогащение

- Алексеева Л. И., Кайтмазов Н. Г., Салайкин Ю. А., Матвиенко З. И., Исмагилов Р. И.* Вкрапленные руды Норильска — новый подход к технологии обогащения 26
- Храмцова И. Н., Гоготина В. В., Баскаев П. М., Кайтмазов Н. Г., Нафталья М. Н.* Разработка технологии обогащения богатых и медистых руд с получением высококачественных медного и никелевого концентратов 32

Пирометаллургия

- Деревцов И. В., Марковский С. Н., Фомичев В. Б., Рябушкин М. И., Беккер В. Г.* Исследование газопылевых потоков и расчет удельных выбросов металлов в виде возгонов в электротермических процессах 38
- Шур М. Б., Минаков Л. Д., Дмитриев И. В., Данилов М. П., Цемехман Л. Ш.* Выбор технологии переработки никелевого шлама Медного завода для условий закрытия «головных» переделов Никелевого завода 45
- Сборщиков Г. С., Крупенников С. А., Капитанов В. А., Чертов Ю. А., Щетинин Н. С.* Система непрерывной диагностики работы кессонированной реакционной шахты печи взвешенной плавки 50

Гидрометаллургия

- Нафталья М. Н., Выдыш А. В., Тимошенко Э. М., Рылев Е. А., Петров А. Ф.* Особенности и тенденции развития автоклавной гидрометаллургии тяжелых цветных и драгоценных металлов на рубеже XXI столетия 53
- Нафталья М. Н., Шур М. Б., Выдыш А. В., Тимошенко Э. М., Храмцова И. Н.* «Ангидридное» выщелачивание никель-пирротиновых концентратов — перспективный вариант автоклавной технологии 60
- Тер-Оганесянц А. К., Лапшин Д. А., Анисимова Н. Н., Грабчак Э. Ф., Илюхин И. В.* Получение высокоселективных концентратов платиновых металлов из хлоридных растворов 68

Переработка техногенного сырья

- Ершов С. Ф., Кайтмазов Н. Г., Грицких В. Б., Тозик В. М., Кацер И. И.* Технология обогащения оборотных продуктов с применением метода рентгенорадиометрической сепарации 72

Экология и сероутилизационное производство

- Зайцев В. И., Козлов А. Н., Илюхин И. В., Деревнин Б. Т., Данилов М. П.* Реконструкция первой технологической линии производства серы на Медном заводе 76
- Исмагилов З. Р., Хайрулин С. Р., Яшник С. А., Пармон В. Н., Илюхин И. В.* Совершенствование и разработка каталитических способов очистки отходящих газов печей Ванюкова и взвешенной плавки 80
- Илюхин И. В., Козлов А. Н., Кайтмазов Н. Г., Селяндин С. В., Северилов А. В.* Опыт международного сотрудничества в поиске оптимальной технологии сероутилизационного производства 85

Механизация и автоматизация производства

- Звегинцев В. И., Шабанов И. И., Акимочкин Б. Ф., Нафталья М. Н., Волянский И. В.* Разработка, создание и промышленные испытания опытных образцов систем пневмоимпульсного обрушения 88
- Седых Г. Ю., Маркова Н. С.* Система автоматизации горных работ на рудниках ЗФ ГМК «Норильский никель» 95

Энергетика

- Барышев А. А., Меркушов А. П., Скрипченко С. А.* Утилизация и использование тепла, образующегося при производстве серы 102
- Качмазов В. З., Репецкий Н. Н., Басалыгин М. Я., Подгорецкий В. М.* Перспективы внедрения систем отопления на базе газовых воздухоподогревателей на горнорудных предприятиях 106

Ремонт оборудования

- Сушко В. Ю., Соколов А. А., Штепа В. В., Арутюнов В. Ц.* Разработка и испытание противоизносных ремонтно-восстановительных составов 109

Профессиональная подготовка персонала

- Кайтмазов Н. Г., Шевченко А. Г., Трифонова С. Н., Нафталья М. Н., Минаков Л. Д.* Опыт и результаты реализации корпоративного проекта «Университет мастера» 112

FOUNDERS OF «TSVETNYE METALLY» JOURNAL:

Publisher: «Ore and Metals» publishing house, Moscow
The journal has been published since 1926

«Norilsk Nickel» mining-metallurgical company
Moscow state institute of steel and alloys
Association of the Russian mining and metallurgical producers (AMROS)
With support of Tomsk state polytechnical university
With participation of the State Hermitage museum
Editorial board:

Chief editor: **Alexandr Putilov**
1st Deputy chief editor: **Anatoly Sysoev**
1st Deputy chief editor: **Valentin Strizhko**

Deputy chief editor: **Alexandr Vorobiev**
Responsible secretary: **Violetta Alexandrovskaya**
Leading editor: **Tatyana Smirnova**
Leading editor: **Natalya Sharkina**
Leading editor: **Anna Shemyakina**
Junior editor: **Rimma Egorova**

«Moscow printing house № 13» jsc
(105005, Russia, Moscow, Denisovsky per., 30)

Contents

Development of deposits

- Karelin V. N., Galaov R. B., Kositsyn A. V.** Prospects and features of development of mining of rich ores at large depth in the conditions of "Taimyrsky" mine. **5**
- Badtiev B. P., Anokhin A. G., Marysyuk V. P., Nagovitsyn Yu. N., Tapsiev A. P.** Improvement of ascending layer developing system with filling for excavation of copper ores **9**
- Malinin A. M., Khubulov O. Yu., Khutsishvili V. I.** State and prospects of filling works at Talnakh mines. **13**
- Ryabikin V. A., Torgashin A. S., Shklyarik G. K., Osipov R. A.** Impregnated ores of norilsk copper-nickel deposits: the prospective source of platinum metallic raw materials. **16**
- Kulikov F. M., Kositsyn A. V.** Increase of the level of industrial safety and improvement of labour conditions at "Taimyrsky" mine. **22**

Concentration

- Alekseeva L. I., Kaitmazov N. G., Salaikin Yu. A., Matvienko Z. I., Ismagilov R. I.** Impregnated ores of Norilsk: the new approach to a concentrating technology. **26**
- Khrantsova I. N., Gogotina V. V., Baskaev P. M., Kaitmazov N. G., Naftal' M. N.** Development of concentrating technology for rich and copper ores with manufacture of high-quality copper and nickel concentrate. **32**

Pyrometallurgy

- Derevtsov I. V., Markovsky S. N., Fomichev V. B., Ryabushkin M. I., Bekker V. G.** Study of gas-dust flows and calculation of specific metal emissions as sublimates in thermal-electric processes. **38**
- Shur M. B., Minakov L. D., Dmitriev I. V., Danilov M. P., Tsemekhman L. Sh.** Choice of the technology for processing of nickel slag at the Copper works for the conditions of closure of starting technological operations at the Nickel works **45**
- Sborshchikov G. S., Krupennikov S. A., Kapitanov V. A., Chertov Yu. A., Shchetinin N. S.** The system of continuous diagnostics of operation of water-jacketed reaction shaft of a flash smelting furnace **50**

Hydrometallurgy

- Naftal' M. N., Vidysh A. V., Timoshenko E. M., Rylev E. A., Petrov A. F.** Features and tendencies of development of autoclave hydrometallurgy of heavy non-ferrous and noble metals on the threshold of XXI century **53**
- Naftal' M. N., Shur M. B., Vidysh A. V., Timoshenko E. M., Khrantsova I. N.** "Anhydride" leaching of nickel-pyrrhotite concentrates: a prospective variant of autoclave technology **60**
- Ter-Oganesyants A. K., Lapshin D. A., Anisimova N. N., Grabchak E. F., Ilyukhin I. V.** Manufacture of high-selective concentrates of platinoids from chloride solutions **68**

Processing of man-caused raw materials

- Ershov S. F., Kaitmazov N. G., Gritskikh V. B., Tozik V. M., Katser I. I.** The technology for concentration of recirculated product using the method of X-ray radiometric separation **72**

Ecology and sulphur recovery production

- Zaitsev V. I., Kozlov A. N., Ilyukhin I. V., Derevnin B. T., Danilov M. P.** Reconstruction of the first technological sulphur production line at the Copper works **76**
- Ismagilov Z. R., Khairulin S. R., Yashnik S. A., Parmon V. N., Ilyukhin I. V.** Improvement and development of catalytic methods for cleaning of waste gases in Vanyukov furnaces and flash smelting furnaces. **80**
- Ilyukhin I. V., Kozlov A. N., Kaitmazov N. G., Selyandin S. V., Severilov A. V.** Experience of international collaboration in searching optimal technology of sulphur recovery production **85**

Mechanization and automation of production facilities

- Zvegintsev V. I., Shabanov I. I., Akimochkin B. F., Naftal' M. N., Volyansky I. V.** Development, creation and industrial testings of pilot samples of the systems for pneumatic pulse destruction **88**
- Sedykh G. Yu., Markova N. S.** The system for automation of mining operations at the mines of Zapolyarny affiliate of "Norilsk nickel" mining and metallurgical works **95**

Power engineering

- Baryshev A. A., Merkushev A. P., Skripchenko S. A.** Recovery and usage of heat forming during sulphur production **102**
- Kachmazov V. Z., Repetsky N. N., Basalygin M. Ya., Podgorodetsky V. M.** Prospects of putting into practice the heating systems on the base of gas air-heaters at mining enterprises **106**

Repair of equipment

- Sushko V. Yu., Sokolov A. A., Shtepa V. V., Arutyunov V. Ts.** Development and testing of wear-resistant damage control compositions **109**

Professional personnel preparation

- Kaitmazov N. G., Shevchenko A. G., Trifonova S. N., Naftal' M. N., Minakov L. D.** Experience and results of realization of the corporate project entitled "Master's university". **112**



РАЗРАБОТКА, СОЗДАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ СИСТЕМ ПНЕВМОИМПУЛЬСНОГО ОБРУШЕНИЯ¹



В. И. ЗВЕГИНЦЕВ,
зав. лабораторией
гиперзвуковых
технологий, Институт
теоретической и
прикладной
механики СО РАН



И. И. ШАБАНОВ,
директор,
ООО
«Сибтехакадем»



Б. Ф. АКИМОЧКИН,
зам. генерального
директора, Фонд
«ЦСР–Сибирь»,
ЗАО «Сибирское
инновационное
агентство»



И. В. ВОЛЯНСКИЙ,
гл. инженер ПООФ,
тел.: 8-(39150)-
374-741
ГМД ЗФ ГМК
«Норильский
никель»

Закрытое акционерное общество «Сибирское инновационное агентство» (ЗАО СИА) создано на базе Фонда «Центр стратегических разработок — Сибирь» (ЦСР–Сибирь) при полномочном представителе Президента РФ в Сибирском федеральном округе (СФО). Одним из соучредителей Фонда является ГМК «Норильский никель». Фонд «ЦСР–Сибирь» осуществляет координацию взаимодействия всего комплекса научных, научно-исследовательских и научно-производственных учреждений Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН) с промышленными предприятиями СФО. Тесное сотрудничество Фонда «ЦСР–Сибирь» с ЗФ ГМК «Норильский никель» началось в 2002 г. благодаря энергии и инициативе генерального директора Фонда доктора физико-математических наук С. Р. Сверчкова, советника полномочного представителя Президента РФ в СФО по науке. С этого времени организована системная работа ЗФ с институтами СО РАН.

В течение трех лет в рамках реализации сотрудничества Фонд «ЦСР–Сибирь» организовывал для специалистов ГМК «Норильский никель» научно-практические конференции и закрытые семинары с участием руководителей главного офиса Компании (Ж. И. Розенберг) и ЗФ.

В 2003–2004 гг. делегации ученых СО РАН, организованные Фондом, при участии С. Р. Сверчкова посещали предприятия ЗФ с целью детального ознакомления с актуальными проблемами производства. В результате взаимодействия специалистов и ученых от институтов СО РАН поступило порядка сотни предложений на проведение НИОКР. Определены следующие направления перспективного сотрудничества:

- механизация тяжелого ручного труда;
- создание реагентов нового поколения с заданными характеристиками для процессов обогащения и гидрометаллургии;

- работы экологической направленности;
- исследования в области водородной энергетики;
- нетрадиционные способы использования элементной серы;
- ресурсосберегающие технологии по вовлечению труднообогатимого техногенного сырья;
- совершенствование технологии закладочных работ;
- создание технологического оборудования с улучшенными характеристиками.

Принимая во внимание, что в ЗФ осуществляется хранение, транспортирование и дозировка колоссальных количеств влажных и смерзшихся кусковых материалов (руда, металлургические промпродукты, известняк, песчаник, ангидрит и др.), склонных к зависаниям в бункерах, налипанию в транспортных коммуникациях и забиванию дозирующего оборудования, одной из первых работ Фонда «ЦСР–Сибирь» для ЗФ явилась разработка пневмоимпульсной технологии и оборудования для ее реализации в целях решения этой хоть и не основной, но крайне важной производственной проблемы.

Пневмоимпульсные технологии

Пневмоимпульсные технологии основаны на использовании мощных импульсных струй воздуха, которые на короткое время создаются специальными быстродействующими пневмоимпульсными генераторами. Генератор заполняется сжатым воздухом от обычной промышленной сети в течение 10–20 с, а затем выбрасывает на-

¹ В работе принимали участие *М. И. Рябушкин, К. Г. Колесникович, А. Н. Блинов, Р. В. Зарубин, А. Н. Кряжевских, В. Н. Орлов, А. С. Цымбал, Д. В. Котенев* (ЗФ ГМК «Норильский никель»).

копленный воздух за сотые доли секунды, что позволяет увеличить секундный расход в сотни раз и создать мощное импульсное воздействие на обрабатываемый материал. Проекты оригинальных конструкций пневмоимпульсных генераторов, разработанные в Институте теоретической и прикладной механики СО РАН (Новосибирск), позволяют создавать различные варианты пневмоимпульсных технологий для промышленных приложений, и в частности системы пневмообрушения для устранения отложений на элементах оборудования, используемого при переработке минерального сырья.

Общий вид типичного пневмоимпульсного генератора ПГ-25/8, изготавливаемого компанией ООО «Сибтехкадем» (Новосибирск), который используется при построении систем пневмообрушения в бункерах сыпучих материалов, показан на рис. 1. Основными узлами конструкции являются форкамера с выхлопным соплом и автоматическим быстродействующим затвором. Внутри форкамеры располагается выхлопное сопло в виде цилиндрической трубы, приваренной к переднему фланцу и подкрепленной опорой. С наружной стороны фланца имеются шесть шпилек

М16 для крепления генератора на объекте. На заднем фланце при помощи восьми шпилек М12 и накидного фланца крепится быстродействующий затвор. Затвор состоит из запорного клапана, корпуса, вкладыша, управляющего клапана и крышки.

При включении системы питания сжатый воздух через входной штуцер и канал *Б* поступает в полость V_1 управляющего клапана. Под действием избыточного давления в этой полости управляющий клапан перемещается влево и садится на седло во вкладыше. При этом перекрывается выход воздуха из полости V_3 запорного клапана. Одновременно сжатый воздух через канал *А* поступает в полость V_3 . Под действием нарастающего давления p_3 запорный клапан перемещается влево и перекрывает выход из форкамеры в сопло. После этого воздух, перетекая через зазор между клапаном и цилиндрической направляющей корпуса, начинает заполнять полость V_4 форкамеры. В момент, когда давление p_4 в форкамере достигает величины 80–90 % от давления в системе питания, силы давления воздуха, действующие на управляющий клапан слева, превышают силы давления, действующие справа, и управляю-

щий клапан начинает двигаться вправо, открывая сброс воздуха из полости V_3 запорного клапана в атмосферу. После этого давление p_3 в полости запорного клапана уменьшается, и под действием давления воздуха p_4 в форкамере он перемещается вправо, открывая выходное отверстие сопла. Запасенная в форкамере порция сжатого воздуха выбрасывается через сопло, осуществляя необходимое ударно-волновое воздействие. После выброса воздуха из форкамеры описанный выше процесс зарядки и срабатывания пневмоимпульсного генератора автоматически повторяется с периодичностью 10–20 с до прекращения подачи сжатого воздуха в генератор.

На рис. 2 показана установка пневмоимпульсного генератора на стенке бункера. Выхлопная струя

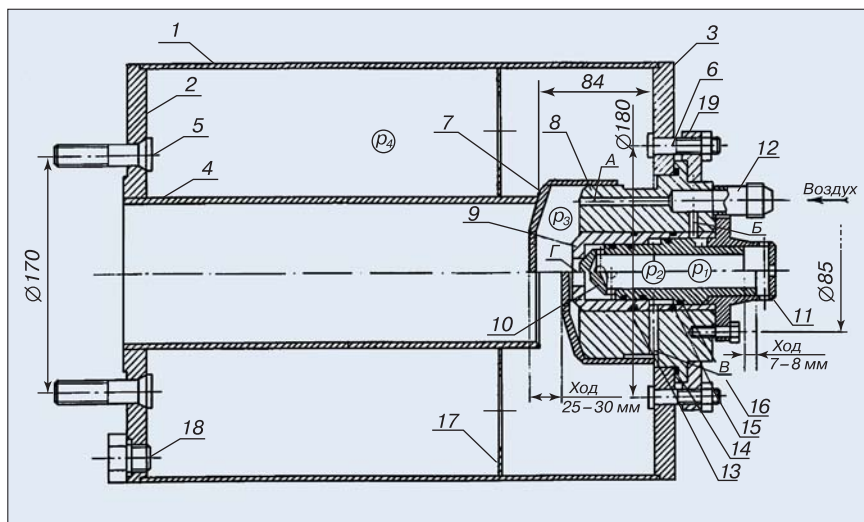


Рис. 1. Пневмоимпульсный генератор ПГ-25/8:

1 — обечайка; 2 — передний фланец; 3 — задний фланец; 4 — выхлопное сопло; 5 — шпилька М16; 6 — шпилька М12; 7 — запорный клапан; 8 — корпус клапана; 9 — вкладыш; 10 — управляющий клапан; 11 — крышка; 12 — входной штуцер, $d = 15$ мм; 13 — кольцо уплотнительное 034-040-36 (ГОСТ 18829-73); 14 — кольцо уплотнительное 135-140-36; 15 — кольцо уплотнительное 050-055-30; 16 — кольцо уплотнительное 042-048-30; 17 — опора; 18 — сливная пробка; 19 — накидной фланец

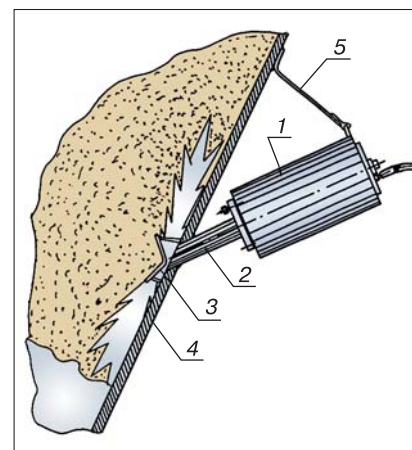


Рис. 2. Типовая схема монтажа пневмоимпульсного генератора в системе пневмообрушения на бункере:

1 — пневмоимпульсный генератор; 2 — выхлопной патрубков; 3 — рассекаль струи; 4 — стенка бункера; 5 — расчалка

от генератора проходит внутри бункера через специальный патрубков и воздействует на обрабатываемый материал непосредственно или через специальный рассекаль струи.

Опытные образцы систем пневмообрушения

В 2004 г. было принято решение о проведении промышленных испытаний опытных образцов сис-

тем пневмообрушения в ЗФ ГМК «Норильский никель» в рамках договора № 192-1387/04 от 24.04.2004. Работа выполнялась новосибирскими организациями под патронажем Фонда «ЦСР–Сибирь».

Предварительно (10–17 марта 2004) представители Фонда «ЦСР–Сибирь» посетили г. Норильск и провели обследование первоочередных объектов применения пневмоимпульсных технологий на предприятиях ЗФ. Были обследованы Никелевый завод (НЗ), Медный завод (МЗ), Талнахская и Норильская обогатительные фабрики (ТОФ и НОФ). По результатам обследования были выбраны три объекта для проведения промышленных испытаний пневмоимпульсных технологий:

1) для устранения зависаний и налипания сыпучих материалов на стенках бункера 14 плавильного цеха (ПЦ) НЗ;

2) для устранения зависаний и налипания сыпучих материалов на стенках бункера 62(2) измельчительно-флотационного цеха (ИФЦ) ТОФ;

3) для устранения налипания сыпучих материалов на стенках пересыпных течек дробильного цеха (ДЦ) ТОФ.

В это же время в Норильск был доставлен опытный образец пневмоимпульсного генератора ПГ 25/8, который после демонстрации был передан для установки на течке разгрузки подгрозотной воронки 2, совмещенной с просорной течкой 7, на конвейер 5. Место установки, вариант подключения и схема подвода сжатого воздуха были согласованы с руководством цеха. Для изучения на выбранные бункера НЗ и ТОФ были собраны техническая документация и справочные материалы.

В период с апреля по июль 2004 г. проводился анализ технико-экономических и эксплуатационных требований на системы пневмообрушения бункеров. Были разработаны технические предложения, обеспечивающие реализацию этих требований, и составлено техническое задание к договору.

В период с апреля по сентябрь 2004 г. проводили разработку и сог-

ласование конструкторской и монтажной документации для установки пневмоимпульсных систем на бункерах. Было принято решение об использовании шести пневмогенераторов в системе очистки бункера НЗ, десяти пневмогенераторов в системе очистки бункера ИФЦ ТОФ и четырех пневмогенераторов для пересыпных течек дробильного цеха ТОФ. Разработанные монтажные схемы для бункеров были согласованы с представителями Заказчика. При обсуждении систем пневмообрушения на бункерах по требованию руководства ИФЦ ТОФ было принято решение отказаться от заложенного в проект ручного режима управления в целях экономии затрат рабочего времени обслуживающего персонала. Для этого был разработан и реализован вариант автоматического управления системой с помощью реле времени и возможностью регулирования интервалов срабатывания.

В первом полугодии 2004 г. компанией ООО «Сибтехакадем» были выполнены работы по комплектации оборудования для систем пневмообрушения. Поставляемые пневмогенераторы прошли испытания после изготовления. Были выбраны и приобретены соответствующее оборудование и комплектующие для монтажа систем автоматического управления. На НЗ все оборудование было поставлено 20.06.2004.

После поставки оборудования сотрудники Исполнителя с 10.07.2004 приступили к организации монтажных работ систем пневмоочистки. Монтажные схемы были согласованы с институтом «Норильскпроект». Выполнена привязка монтажных схем к конкретным местным условиям. Выданы задания исполнителям. Монтажные работы проводились силами Заказчика с консультациями представителей Исполнителя.

В августе 2004 г. система пневмообрушения, укомплектованная пневмоимпульсными генераторами, была смонтирована на бункере 14 ПЦ НЗ (рис. 3). Комиссией, включающей представителей За-



Рис. 3. Установка пневмогенератора на бункере

казчика и Исполнителя, проведена приемка смонтированной на бункере системы пневмообрушения (проверено срабатывание системы пневмообрушения на пустом бункере), оформлен акт приемки-передачи оборудования. Для смонтированных систем пневмоочистки были составлены рабочие инструкции по эксплуатации и проведено обучение обслуживающего персонала. На бункере 62(2) ТОФ монтажные работы продолжались до октября 2004 г.

С сентября 2004 г. сотрудники Исполнителя приступили к выполнению пусконаладочных работ по двум системам пневмоочистки на бункерах НЗ и ТОФ. При этом сразу были выявлены основные технические проблемы:

- низкое давление сжатого воздуха в сети питания системы пневмоочистки на НЗ — 0,25–0,30 вместо 0,5–0,6 МПа, необходимых для нормальной работы пневмогенераторов;

- трудности в изменении режима работы оборудования в ИФЦ ТОФ для подготовки бункера к испытаниям.

На пересыпной течке ДЦ ТОФ один пневмогенератор был смонтирован и запущен в работу для испытаний (рис. 4) с апреля 2004 г. Для автоматического управления пневмогенератором было использовано реле времени с возможностью регулирования интервалов срабатывания.

В сентябре 2004 г. Исполнителем были разработаны и утверждены руководством ЗФ программы промышленных испытаний систем пневмообрушения на бункерах НЗ и ТОФ. Цели испытаний:



Рис. 4. Установка пневмогенератора на пересыпных течках

- определение оптимальной комплектации и конфигурации систем пневмообрушения на бункерах;
- определение оптимальных режимов работы систем;
- предотвращение зависаний в работающих бункерах;
- составление заключений об эффективности использования систем пневмообрушения на бункерах.

Результаты испытаний пневмогенераторов в ПЦ НЗ

Промышленные испытания системы пневмообрушения, установленной на бункере 14 для подачи шихты на обеднительные электропечи в ПЦ НЗ, были начаты в октябре 2004 г.

Пневмогенераторы были установлены в соответствии с монтажной схемой, предусматривающей ручное управление работой системы. Подключение системы к магистрали сжатого воздуха было проведено к внутрицеховой системе подачи сжатого воздуха. В самом начале испытаний стало понятно, что давление в системе не превышает 0,25 МПа, что недостаточно для срабатывания пневмоимпульсных генераторов системы. Было принято решение о подключении ветки подачи сжатого воздуха от дополнительного источника, находящегося внутри цеха. Для его реализации к 15.10.2004 были выполнены дополнительные работы по монтажу и подключению. При опробовании магистрали сжатого воздуха выяснилось, что давление в системе увеличилось незначительно и этого давления недостаточно

для эффективной работы системы в режиме разрушения образовавшихся сводов в бункере.

Для повышения давления воздуха и проведения полноценных испытаний работы системы очистки сотрудниками Фонда «ЦСР—Сибирь» было принято решение об установке автономного передвижного компрессора, который 21.11.2004 из Новосибирска был доставлен в Норильск.

На следующем этапе испытаний, проводившемся в первой декаде ноября при отрицательных температурах окружающего воздуха, в месте установки системы обнаружилось перемерзание подводящих воздух шлангов и штуцеров пневмогенераторов. Причиной этого послужило присутствие конденсата в магистрали сжатого воздуха. Это привело к остановке системы. Для устранения этой проблемы было принято решение об установке влагоотделителя в системе подачи воздуха к пневмогенераторам. В ноябре 2004 г. влагоотделитель был доставлен Исполнителем из Новосибирска в Норильск. В конце ноября 2004 г. силами цеха был восстановлен контур отопления в месте установки системы пневмообрушения, что частично решило проблему перемерзания шлангов и штуцеров. После подключения отопления испытания системы пневмообрушения были продолжены. В декабре в течение короткого периода давление во внутрицеховой магистрали сжатого воздуха поднялось до 0,35 МПа, что позволило работать системе пневмогенераторов в режиме предупреждения формирования зависаний материала в бункере. Ручное управление срабатыванием системы требовало постоянного присутствия обслуживающего персонала возле щита управления системой. По требованию Заказчика для обеспечения автоматического режима работы устройств системы было установлено программируемое реле времени и настроен режим срабатывания с интервалом 3 мин. Первоначально автоматическое отключение системы пневмообрушения в период прекращения подачи материала из бункера

на конвейер не было предусмотрено. По этой причине безостановочная работа пневмогенераторов приводила к уплотнению материала в месте работы питателя, что препятствовало нормальной работе питателя. В связи с этим «включение—выключение» системы пневмообрушения было согласовано с работой питателя бункера. Для повышения стабильности работы системы в схему подачи сжатого воздуха дополнительно были установлены влагоотделитель и обратный клапан (для предотвращения перетока воздуха от автономного компрессора в основную магистраль).

В феврале 2005 г. проведено испытание срабатывания системы пневмогенераторов от автономного компрессора по полной схеме с давлением 0,5–0,6 МПа. Производительность автономного компрессора обеспечивала заполнение всех шести пневмогенераторов системы в течение 9 мин. После заполнения все пневмогенераторы срабатывали устойчиво, сбоев не наблюдалось.

При визуальном осмотре внутреннего состояния заполненного бункера во время срабатывания системы пневмообрушения на уровнях установки пневмогенераторов наблюдался отрыв материала от стенок, что позволило использовать систему в режиме предупреждения формирования зависаний материала.

Однако длительное заполнение пневмогенераторов от переносного компрессора (9 мин) снижает эффективность и оперативность работы системы. Поэтому в системе пневмообрушения оставили в работе только два пневмогенератора на нижнем уровне. Это позволило работать от автономного компрессора с интервалом в 2 мин. Система автоматики была настроена на постоянную работу с интервалом срабатывания 3 мин.

По результатам наблюдения обслуживающего персонала зависаний материала в настоящее время не наблюдается. С целью проверки возможностей системы по устранению сводообразования в нижней части бункера в районе питателя был создан искусственный



затор материала. Для устранения сводообразования использовались два нижних пневмогенератора системы, расположенные на 1,5 м выше от затора. При данном расположении пневмогенераторов создаваемого импульса ударной волны не хватило для устранения образовавшегося зависания материала и восстановления работы бункера. Для повышения эффективности разрушения заторов в нижней части бункера Исполнителем было предложено выполнить врезку двух подводящих патрубков вблизи питателя для установки здесь двух пневмогенераторов с верхних уровней. Вновь установленные два пневмогенератора включались одновременно с запуском питателя при давлении в системе 0,6 МПа, создаваемом переносным компрессором. В течение двух недель испытаний зависания руды в бункере не отмечались.

Существует несколько факторов экономической эффективности от применения пневмогенераторов на бункерах ПЦ НЗ. Один из них — возможность значительного снижения удельного расхода электроэнергии за счет увеличения коэффициента полезного использования оборудования. В бункере, не оснащенной системой пневмоимпульсной очистки, периодически происходит зависание руды, а значит, и прекращение ее поступления на конвейер. Машинист находится в конце конвейера и может увидеть разрыв потока руды только через 10–15 мин с момента зависания материала в бункере. Только после этого он выдает команду шуровщику (на это требуется в среднем 5 мин), и тот ликвидирует зависание в бункере (в среднем за 5 мин). На появление потока руды в конце конвейера уходит дополнительно 3–5 мин. Итого общее время «холостой» работы оборудования во время одной такой остановки составляет в среднем 30 мин. Подобная ситуация происходит минимум 2 раза в смену (6 раз в сутки), следовательно, общая продолжительность простоя составляет $30 \times 6 = 180$ мин (3,0 ч) в сутки. Исходя из этого, непроизводительные затраты электроэнергии

во время «холостой» работы оборудования с учетом номинальной мощности привода конвейеров и питателя оцениваются ежегодно в ~200 тыс. кВт·ч.

Применение пневмогенераторов существенно сокращает время простоев оборудования и обеспечивает стабильное протекание технологического процесса. Кроме того, следует учесть ликвидацию тяжелого и опасного ручного труда шуровщика (улучшение условий труда). Все это способствует улучшению производственных показателей.

Результаты испытаний пневмогенераторов в ИФЦ ТОФ

Испытания системы пневмообрушения, установленной на бункере 62(2) в ИФЦ ТОФ, были начаты 28.12.2004.

Первоначально пневмогенераторы работали непрерывно в автоматическом режиме с частотой срабатывания 3 мин при постоянной подаче сжатого воздуха от внутрицеховой системы.

В результате непрерывной работы системы в течение ~1,5 мес, восемь пневмогенераторов из десяти вышли из строя. В рабочем состоянии оставались два пневмогенератора, установленные на нижнем ярусе бункера. При осмотре бункера было обнаружено, что на верхних ярусах отверстия патрубков, предназначенных для выхлопа воздуха, запрессованы отложениями руды.

После демонтажа пневмогенераторов были выявлены причины выхода оборудования из строя. Прежде всего это слишком близкое расположение пневмогенераторов от стенок бункера. Оказалось, что повышенная влажность руды приводит к заполнению конденсатом подводящих патрубков. При этом происходит потеря импульса ударной волны и попадание влаги в полость корпуса форкамеры пневмогенератора, вследствие чего форкамеры пневмогенераторов заполнялись водой и рудой. Попадание инородных материалов в форкамеру вызвало полную остановку пневмогенераторов,

поскольку воздух не мог заполнить полость корпуса форкамеры для очередного срабатывания. На нижнем ярусе пневмогенераторы были установлены вертикально, с выносом патрубков на длину 1,5 м от места врезки входа в бункер. Это предупредило забивание подводящих патрубков и увеличило длину разгона ударной волны. В итоге на нижнем ярусе бункера наблюдался положительный результат работы системы пневмообрушения, стенки бункера около выхлопных отверстий патрубков были свободны от руды, отложения на стенках бункера не образовывались.

Во время испытаний имели место продолжительные остановки питателя бункера. В это время система пневмообрушения не отключалась и продолжала работать. Отсутствие движения материала в бункере вызывало значительное уплотнение рудной массы и, как следствие, запирание входов подводящих патрубков. Кроме того, химические свойства обрабатываемой руды (наличие серы и воды) приводили к интенсивному коррозионному износу внутренних элементов пневмогенераторов.

В целях устранения отмеченных трудностей и проведения дальнейших испытаний было предложено:

- установить пневмогенераторы вертикально на расстоянии 1–1,5 м для предотвращения попадания влаги внутрь. Для этого необходимо увеличить длину и изменить углы наклона подводящих патрубков верхних ярусов;
- рассмотреть вопрос о замене частей пневмогенераторов, подверженных коррозии в агрессивных средах, на элементы из антикоррозионных материалов;
- согласовать работу системы пневмообрушения с включением и выключением питателя, что позволит избежать наблюдаемого эффекта трамбования материала в бункере.

Испытания пневмогенераторов на пересыпных течках ДЦ ТОФ

Для очистки пересыпных течек разгрузки подгροхотной ворон-

ки грохота 2, совмещенной с просорной течкой 7 на конвейер 5 ТОФ, был установлен один пневмогенератор ПГН-25/8 (рис. 5), выхлоп которого был разведен на три точки. В процессе отладки было решено использовать автоматический режим постоянной работы пневмогенератора с интервалом срабатывания 1,5–3,0 мин.



Рис. 5. Пневмогенератор ПГ-25/8

Испытание системы очистки проводили в наиболее сложные весенние и осенние периоды времени, когда руда, поступающая со складов рудников на конвейер 1, наиболее увлажнена из-за выпадающих осадков.

В таблице приведена продолжительность простоев цепочки КРД-4 в весенний и осенний периоды 2003 г., которая сравнивается с аналогичным периодом 2004 г., когда для очистки пересыпных течек использовали пневмогенератор ПГН-25/8.

Из таблицы видно, что в 2004 г. после установки пневмогенератора ПГН-25/8 на пересыпных течках разгрузки подгрохотной воронки грохота 2, совмещенной с просорной течкой 7 на конвейер 5, суммарные технологические простои были снижены на 24 ч 20 мин (во II квартале) и на 20 ч 45 мин (в III квартале) по сравнению с аналогичным периодом 2003 г. Следова-

тельно, простои в среднем снизились примерно на 22 ч в квартал.

До установки пневмогенератора очистка течек требовалась не менее 1 раза в неделю, а в весенне-осенний период до 2–8 раз в смену. Продолжительность каждой очистки составляла не менее 10–15 мин. Принимая среднее время остановки на очистку течек ~88 ч в год (4 кв. × 22 ч), можно определить величину снижения потерь электроэнергии в результате сокращения простоев технологического оборудования («холостая» работа двигателей). С учетом номинальной мощности приводов (1067 кВт) годовая экономия электроэнергии составит ~94 тыс. кВт·ч.

Кроме экономии электроэнергии применение пневмоимпульсных генераторов позволило:

- сократить использование тяжелого ручного труда;
- повысить производительность оборудования;
- практически полностью ликвидировать простои оборудования, связанные с очисткой течек.

В целом испытания пневмоимпульсной системы на пересыпной течке цепочки КРД-4 дробильного цеха ТОФ подтвердили высокую эффективность применения пневмогенераторов для решения поставленной задачи — непрерывной очистки оборудования и снижения технологических простоев, а также обеспечения надежности работы и высокого ресурса пневмогенератора в течение длительного времени.

Выводы по результатам промышленных испытаний

Система пневмообрушения, установленная на бункере 14 ПЦ НЗ, показала достаточно высокие эксплуатационные характеристики при работе в непрерывном автоматическом режиме. Система надежно работала и в зимних условиях при минимальном техническом обслуживании. При работе даже двух пневмогенераторов в нижней части бункера с давлением воздуха в подводящей сети порядка 0,5–0,6 МПа были практически полностью ликвидированы зависания материала в бункере. Установлено, что для нормальной работы всей системы пневмообрушения, состоящей из шести пневмогенераторов, необходимо обеспечить подачу сжатого воздуха под давлением 0,5–0,6 МПа с расходом 2–3 м³/мин.

Представляется целесообразным проведение реконструкции системы пневмообрушения, установленной на бункере 62(2) ИФЦ ТОФ. Предлагаемое конструктивное решение, включающее увеличение длины выхлопных патрубков до 1,0–1,5 м, позволит снизить риск забивания выхода из пневмогенераторов и снять проблему химического воздействия на их внутренние элементы. В то же время не исключается необходимость доработки конструкции внутренних элементов пневмогенераторов с целью повышения их химической стойкости. Для нормальной работы

Технологические простои цепочки КРД-4 за II и III кварталы 2003–2004 гг.¹

Месяц	Время технологического простоя, ч. мин	
	в 2003 г.	в 2004 г.
Апрель	95.10	53.50
Май	46.40	72.50
Июнь	49.45	40.35
Итого во II квартале	191.35	149.40
Июль	47.55	36.45
Август	31.45	33.20
Сентябрь	70.00	58.50
Итого в III квартале	167.15	128.55

¹ Таблица составлена заместителем начальника ДЦ ТОФ Р. В. Зарубиним.



системы пневмообрушения необходимо ее включение синхронизировать с запуском питателя.

Использование пневмогенераторов для очистки пересыпных течек дробильного цеха ТОФ показало их высокую надежность, а также техническую и экономическую эффективность.

Перспективы промышленного внедрения систем пневмообрушения на предприятиях ЗФ ГМК «Норильский никель»

В настоящее время первые две системы пневмообрушения на базе пневмогенераторов ПГН-25/8 внедрены и с 28.10.2005 используются в ДЦ ТОФ на пересыпных течках КРД № 3, 4. В ИФЦ ТОФ ведется подготовка к реконструкции первоначальной системы пневмообрушения для большеобъемных бункеров. Накопленный опыт промышленных испытаний не оставляет сомнений в достижении положительного результата.

Большую заинтересованность в применении пневмоимпульсной технологии для предотвращения зависания материала в бункерах и загрузочных течках проявили все предприятия Горно-металлургической дирекции ЗФ. Наибольший интерес к системам пневмообрушения обнаруживается у горнодобывающих предприятий, эксплуатирующих значительный парк бункерно-дозировочного оборудования для приготовления твердеющих закладочных смесей и подачи кусковых материалов на различные комплексы Норильского промрайона. В частности, в 2007 г. ЗАО СИА выиграло открытый конкурс, объявленный ЗФ на проведение ОКР по теме «Разработка и опытно-промышленные испытания устройств для предупреждения налипания мелких фракций песчаника в бункере, в течках конвейера и грохоте на дробильно-обогащительном комплексе «Нордберг». Согласно техническому заданию к договору эта работа предполагает: разработку монтажных схем, комплектацию и поставку системы пневмообрушения, проведение промышленных испытаний по определению оптимальных условий применения пневмоимпульсной технологии на этом довольно сложном объекте. Успешное завершение работы позволит исключить применение ручного труда и предотвратит возникновение аварийных ситуаций, приводящих к простоям оборудования и производства.

В рамках Программы совершенствования производства, разработанной для повышения эффективности работы предприятий Управления закладочных, технологических и строительных материалов, руководством ЗФ принято решение (УК-1 № ЗФ/45-пр от 22.06.2006) о внедрении систем автоматической очистки бункеров методом пневмоимпульсного обрушения на базе генераторов, изготовленных компанией ООО «Сибтехакадем» (рис. 6). На I этапе внедрения, в 2007 г., предусмотрен закуп и проведение опытно-промышленных испытаний системы пневмообрушения на бункере сырьевой мельницы Цементного завода. При положительном результате испытаний планируется

приобретение еще четырех систем. Применение пневмоимпульсных технологий на данном объекте, помимо исключения тяжелого ручного труда, позволит улучшить качество, а значит, и сократить расход таких дорогостоящих и энергоемких материалов, как портландцемент и известь.



Рис. 6. Пневмогенераторы, выпускаемые серийно

В ходе Программы совершенствования производства на МЗ ЗФ утверждены к внедрению два предложения по использованию пневмоимпульсных технологий: «Установка системы автоматической очистки течек и накопительных бункеров от налипшего материала» (УК № ЗФ/36-пр-кф от 17–18.03.2004) и «Установить на загрузочные бункера пневмоимпульсные генераторы» (УК № ГМК-290/32-пр от 02.09.2004). Пневмоимпульсные генераторы предполагается установить на бункерах (приемных и шихтовых) и загрузочных течках в плавильном и сушильном цехах. Определены наиболее проблемные позиции технологического оборудования для проведения полномасштабных промышленных испытаний, идет подготовка к испытаниям.

Информация о положительных результатах испытаний систем пневмообрушения в ГМК «Норильский никель» привлекла внимание широкого круга ведущих предприятий горнодобывающей отрасли России и ближнего зарубежья. К их числу относятся такие передовые компании, как: «Полюс Золото» (ОАО «Алдан-золото» ГРК), АО «Казцинк» (АО «Шаймерден», Риддерский цинковый завод, Зырянский ГОК, Усть-Каменогорский металлургический комбинат, Риддерский ГОК), ОАО «Евразруда», ОАО «Искитимцемент», ООО «Сорский ГОК», ЗАО «ПО Бийскэнергомаш», ООО «ЕвразХолдинг», ОАО «Кузбассразрезуголь», ОАО «Русский алюминий» (Ачинский глиноземный комбинат).

Таким образом, благодаря сотрудничеству с ЗАО СИА ЗФ сегодня сделался центром разработки и освоения одного из прогрессивных направлений механизации.

Масштабное использование пневмоимпульсных технологий позволит исключить массу низкопроизводительных, опасных для здоровья трудящихся, физически чрезвычайно тяжелых операций. Это, безусловно, поднимет рейтинг ГМК «Норильский никель»

и повысит технический уровень многих производственных переделов Компании, обеспечив работников предприятий условия труда, достойные мирового лидера в производстве цветных и драгоценных металлов. **ЦМ**

DEVELOPMENT, CREATION AND INDUSTRIAL TESTINGS OF PILOT SAMPLES OF THE SYSTEMS FOR PNEUMATIC PULSE DESTRUCTION
V. I. Zvegintsev, I. I. Shabanov, B. F. Akimochkin, M. N. Naftal', I. V. Volyansky

Features of pneumatic pulse technologies and constructions of the systems for pneumatic destruction are examined. The results of industrial testings of systems for pneumatic destruction at different technological objects of Norilsk works and Talnakh concentrating plant are presented and analyzed. The example is shown and the prospects of commercial putting into practice of the systems for pneumatic destruction at the enterprises of Zapolyarny affiliate are considered.

Key words: technology, bulk material, chocking-up, leak sealing, locking of feeders, cleaning, pneumatic pulse generator, destruction.

УДК 622.2:004.94

© Г. Ю. Седых, Н. С. Маркова

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА РУДНИКАХ ЗФ ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»



Г. Ю. СЕДЫХ,
зам. начальника
Горно-геолог. управления,
тел.: 8-(3919)-406-113



Н. С. МАРКОВА,
нач. отдела,
Талнахский филиал
Главного информационно-
вычислительного центра

ГМД ЗФ ГМК «Норильский никель»

На всех ведущих мировых предприятиях горнодобывающей отрасли одним из приоритетных направлений в совершенствовании инженерного обеспечения ведения горных работ является развитие информационных технологий. Автоматизация инженерных служб позволяет не только эффективнее использовать рабочее время инженерного персонала, но и внедрять современные технологии и развивать их в параллельных областях (применение цифровых маркшейдерских приборов при съемке горных выработок, автоматизация производственных процессов, диспетчеризация, связь и т. д.). Отставание в уровне развития информационного обеспечения инженерной подготовки горных работ может привести в будущем также к невозможности использования новых технических средств

дистанционного управления горной техникой, безлюдных технологий очистных работ, других высокоэффективных и безопасных технологий.

В настоящее время геологические, маркшейдерские и технологические службы горнодобывающих предприятий ЗФ ГМК «Норильский никель» (далее — ЗФ) работают с использованием «бумажной» технологии. Информационное обеспечение задач локального проектирования и календарного планирования ведения горных работ в основном включает сведения о пространственном положении горных выработок и залежи полезного ископаемого. По существующей технологии для их пространственного отображения вручную ведется и пополняется значительный объем горнографической документации, которая представляет собой плоские проекции пространственных объектов (различные разрезы и планы).

Современные вычислительные и программные средства позволяют формировать пространственные модели объектов горного производства (месторождения, горные выработки, планы поверхностей), обеспечивая тем самым визуальный и программный контроль выполняемых построений в 3-мерном пространстве. Формирование проекций горных выработок и залежей полезного ископаемого по такой модели может выполняться в автоматическом режиме.

Использование трехмерной модели месторождения (рис. 1) позволяет оперативно проводить подсчеты запасов полезного ископаемого, объемов выполненных работ, календарное и оперативное планирование горных работ, вести мониторинг состояния горных вы-