

УДК [622.002.5:621.51/.54].001.5

**Булат А.Ф.**, акад. НАНУ, д-р техн. наук, професор  
(ИГТМ НАН України)**Кирик Г.В.**, д-р техн. наук,  
(Концерн «Укрросметалл»)**Шевченко В.Г.**, д-р техн. наук  
(ИГТМ НАН України)**КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ  
РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ****Булат А.Ф.**, акад. НАНУ, д-р техн. наук, професор  
(ИГТМ НАН України)**Кирик Г.В.**, д-р техн. наук,  
(Концерн «Укрросметалл»)**Шевченко В.Г.**, д-р техн. наук, ст. наук. співроб.  
(ИГТМ НАН України)**КОМПЛЕКСНЕ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ ПРИ РОЗРОБЦІ  
РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМПРЕСОРНОГО  
УСТАТКУВАННЯ****Bulat A.F.**, Acad. NASU, D. Sc. (Tech.), Professor  
(IGTM NAS of Ukraine)**Kirik G.V.**, D.Sc. (Tech.),  
(Concern "Ukrrosmetall")**Shevchenko V.G.**, D.Sc. (Tech.), Senior Researcher  
(IGTM NAS of Ukraine)**INTEGRATED SOLUTIONS FOR THE SAFE-TIME DEPOSITS  
PROCESSING HYDROCARBONS USING COMPRESSOR EQUIPMENT**

**Аннотация.** Решена актуальная проблема повышения безопасности ведения работ, стоящая перед разработчиками нового компрессорного оборудования и технологий его применения при разработке месторождений природных углеводородов.

Разработаны станции азотные мембранные винтовые передвижные АМВП для изоляции пожарных участков угольных шахт, ликвидации пожаров в горизонтальных тупиковых выработках, при ведении взрывных работ в горных выработках для создания инертной среды в месте производства взрыва, для предупреждения эндогенных пожаров в скоплениях угля, которые образовались в результате внезапных выбросов.

Разработаны установки УКГ, предназначенные для утилизации шахтного газа действующих и закрытых шахт посредством сжигания его в специальной камере и предотвращения этим выделения в атмосферу вредного парникового газа - метана или его подачи на оборудование для энергетического применения (получения электричества и тепла).

Разработаны азотные мембранные станции СДА, которые широко применяется в составе установок компримирования и подготовки углеводородов и систем перекачки для повышения безопасности процесса нефте-газодобычи и пневмоиспытаний газопроводов, предполагающих использование в качестве рабочей среды инертного газа-азота.

Применение нового компрессорного оборудования: станций азотных мембранных винтовых передвижных АМВП в процессах добычи угля для предотвращения и тушения подземных пожаров, установок компрессорных газоутилизационных УКГ для утилизации шахтного метана и предотвращения его взрывов, азотных компрессорных станций СДА при бурении, освоении, интенсификации, ремонте газовых и нефтяных скважин, вскрытии продуктовых газо-нефтеносных пластов позволяет в комплексе решать проблему безопасности при разработке месторождений углеводородов.

**Ключевые слова:** безопасность, разработка месторождений углеводородов, компрессорное оборудование.

Повышение безопасности ведения работ является актуальной научно-прикладной проблемой, стоящей перед разработчиками нового компрессорного оборудования и технологий его применения при разработке месторождений природных углеводородов [1-3].

Специалистами концерна «Укрросметалл» на протяжении ряда лет проводятся фундаментальные исследования, направленные на совершенствование конструкций и разработку нового компрессорного оборудования применяемого в технологиях добычи угля, метана, нефти и газа [4-9].

Одним из наиболее успешных технических решений для повышения безопасности ведения горных работ в шахтах является применение азотных установок. Азотные установки разработки концерна «Укрросметалл» используют:

- при изоляции пожарных участков, а также при изоляции в сочетании с разными способами ускорения процесса охлаждения очага пожара (рециркуляция, периодическое изменение направления движения пожарных газов и т.д.), для предупреждения взрывов и прекращения горения;

- при ликвидации пожаров в горизонтальных тупиковых выработках любой длины, в случае подачи азота в тупиковую часть по трубопроводу (возможен вариант подачи азота через вентиляторы местного проветривания и вентиляционные трубопроводы);

- при ведении взрывных работ в горных выработках для создания инертной среды в месте производства взрыва;

- для предупреждения эндогенных пожаров в скоплениях угля, которые образовались в результате внезапных выбросов или по другим причинам.

Изучив мировую практику получения инертных газовых сред, технические решения, применяемые ведущими разработчиками аналогичного оборудования, специалисты концерна «Укрросметалл» разработали проект азотной мембранной винтовой передвижной станции АМВП-15/0,7СУ1 (рис. 1, табл. 1).

Конструктивно станция состоит из модуля компрессорного агрегата, модуля подготовки сжатого воздуха, модуля газоразделительного, модуля системы автоматики и управления, полуприцепа-контейнера.

Принцип работы станции следующий. Атмосферный воздух, пройдя очистку в воздушном фильтре, всасывается винтовым компрессором и сжимается до оптимального давления газоразделения в модуле компрессорного агрегата. После этого сжатый воздух подается в блок подготовки воздуха для очистки, осушки и охлаждения. Подготовленный воздух далее поступает в газораздели-

тельный мембранный блок, в котором на молекулярном уровне происходит разделение воздуха на азот потребителю и пермеат (воздух с повышенным содержанием кислорода) сбрасываемый в атмосферу.



Рисунок 1 - Станция азотная мембранная винтовая передвижная

Таблица 1 - Основные технические характеристики станции АМВП-15/0,7 СУ1

Наименование параметра	Единицы измерения	Значение или характеристика
Объемная производительность станции по азоту, приведенная к нормальным условиям	м <sup>3</sup> /с (м <sup>3</sup> /мин)	0,25±0,033 (15±2)
Давление изб. азота на выходе, не более	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,7 (7)
Чистота азота на выходе из станции	%	95 <sup>+3</sup>
Мощность, потребляемая станцией, не более	кВт	350
Габаритные размеры станции, не более	длина	мм
	ширина	мм
	высота	мм
Масса станции в объеме поставки, не более	кг	30000
Шасси станции		полуприцеп-контейнеровоз
Напряжение питания	В	6000

Преимуществами мембранных газоразделительных установок являются низкие начальные капиталовложения, низкая стоимость обслуживания; небольшие энергозатраты в процессе эксплуатации, простота в обслуживании, надёжность, автоматизация, гибкость в выборе режимов работы, возможность отслеживания основных рабочих параметров станции с центрального компьютера через Интернет.

Основным преимуществом применения азотной станции является отсутствие необходимости привязки к источникам какого-либо огнетушащего средства, мобильность и высокая маневренность. Азотная станция, прежде всего, рассчитана на применение в условиях затруднённого доступа к очагу пожара. Это

является гарантией того, что при тушении пожара будет обеспечена непрерывная подача инертной среды.

Азотными станциями АМВП-15/0,7СУ1 укомплектованы большинство горноспасательных отрядов Украины. Они успешно используются при пожаротушениях на шахтах Украины. Данные о показателях внедрения станций азотных мембранных винтовых передвижных АМВП-15/0,7 У1 по состоянию на май 2014 года приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели внедрения станций АМВП-15/0,7 У1

№ п/п	Наименование	Год ввода в эксплуатацию	Наработка, ч	Произведено азота, м <sup>3</sup>
1	1 ВГСО	2005	1850	1 635 240
2	3 ВГСО	2005.	3980	3 480 000
3	4 ВГСО	2005	271	220 000
4	5 ВГСО	2005.	2517	2 265 300
5	6 ВГСО	2007	736	652 400
6	7 ВГСО	2004	760	665 000
7	8 ВГСО	2005	1086	946 800
8	Львовско-Волинское ВГСО	2004	2645	2 360 600
9	ОВГСО	2004	420	350 585

В военизированных горноспасательных отрядах (1 ВГСО г. Горловка, 3 ВГСО г. Макеевка, 4 ВГСО г. Луганск, 5 ВГСО г. Красный Луч, 6 ВГСО г. Торез, 7 ВГСО г. Краснодон, 8 ВГСО г. Павлоград, Львовско-Волинском ВГСО г. Червоноград, ОВГСО г. Донецк) внедрены станции азотные мембранные винтовые передвижные АМВП-15/0,7 У1 в количестве 9 станций производительностью 15 м<sup>3</sup>/мин. Станции эксплуатируются с 2004 года. Станции АМВП-15/0,7 У1 применены для тушения пожаров на шахтах ОП «Шахта им. М.И. Калинина ГП «ДУЭК, ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько», шахта им. Ф.Э. Дзержинского ГП «Ровенькиантрацит», УК «Краснолиманская». Всего станциями произведено 12 625 325,00 м<sup>3</sup> азота. Общая наработка составила 12536 часов. Фактический экономический эффект, полученный за 10 лет эксплуатации 9 станций АМВП-15/0,7 У1, только за счет сохранения оборудования и ликвидации потерь в добыче угля составил около 2 млрд. грн, при этом было сохранено более 1000 рабочих мест.

Одним из перспективных направлений деятельности Концерна «Укрросметалл» является разработка и поставка оборудования, предназначенного для утилизации и когенерации шахтного газа-метана. Извлечение метана с помощью систем утилизации позволяет решить не только проблему безопасности шахтеров, но и снизить выбросы парниковых газов. Предприятия имеют возможность продавать полученные единицы сокращения выбросов на международном рынке за счет реализации Киотского протокола.

В 2008 году разработана и поставлена первая в Украине единичная партия установок, предназначенных для утилизации шахтного газа-метана, которые нашли свое применение на ряде шахт Украины. Установки обеспечивают откачивание газа из шахты и его утилизацию через сжигание, а также подачу потре-

бителю для энергетического применения без использования традиционных жидкостно-кольцевых вакуумных насосов ВВН.

Установка компрессорная газопутилизационная УКГ-5/8 (рис. 2) предназначена для утилизации шахтного газа действующих и закрытых шахт посредством сжигания его в специальной камере и предотвращения этим выделения в атмосферу вредного парникового газа - метана или его подачи на оборудование для энергетического применения (получения электричества и тепла).



Рисунок 2 - Установка компрессорная газопутилизационная УКГ-5/8

Основными потребителями установки являются предприятия угольной промышленности. Оборудование установки размещается в 20-ти футовом контейнере, выполненном в шумозаглушенном и утепленном исполнении. Контейнер защищает оборудование от механических повреждений и воздействия окружающей среды.

Установка УКГ-5/8 состоит из машинного отделения, отделения камеры сжигания, распределительного отделения, трубы факела, контейнера, системы автоматического управления, защиты и контроля.

Взрывозащищенность установки обеспечивается следующими конструктивными решениями:

- непрерывным контролем содержания метана в воздухе машинного отделения и шкафа газоанализатора. При регистрации датчиками метана в любом из этих помещений концентрации 0,5 % (10 % НКПВ) включается аварийная сигнализация и принудительная вентиляция помещения. При концентрации метана 1 % происходит аварийное отключение электропитания всей установки;

- непрерывным контролем состава метано-воздушной смеси на входе в установку. Пуск установки будет разрешен лишь при содержании метана с кон-

центрацией 25 % и более;

- использованием взрывозащищенного электрооборудования установки;
- применением сертифицированных пламепреградителей совместно с датчиками температуры.

Установка выполнена для автоматической непрерывной эксплуатации без постоянного надзора, пусковой процесс полностью автоматизирован, тем не менее, при необходимости, конструкция установки позволяет производить запуск и в ручную, ведется контроль и запись всех необходимых параметров (температуры, давления, количества утилизированного метана) для реализации проекта утилизации в рамках Киотского протокола, установлена система удаленного мониторинга.

Установка может работать самостоятельно с электроснабжением от общей энергосети либо от газовой контейнерной теплоэлектростанции. В этом варианте газ на контейнерную теплоэлектростанцию подается от установки, а излишнее количество газа сжигается в самой установке (рис. 3). В зависимости от метанообильности дегазационных скважин отсасывание газа может осуществляться одной или несколькими параллельно работающими установками. При этом система управления высшего уровня будет автоматически регулировать работу установок, отключая или включая каждую из них в зависимости от расхода газа.

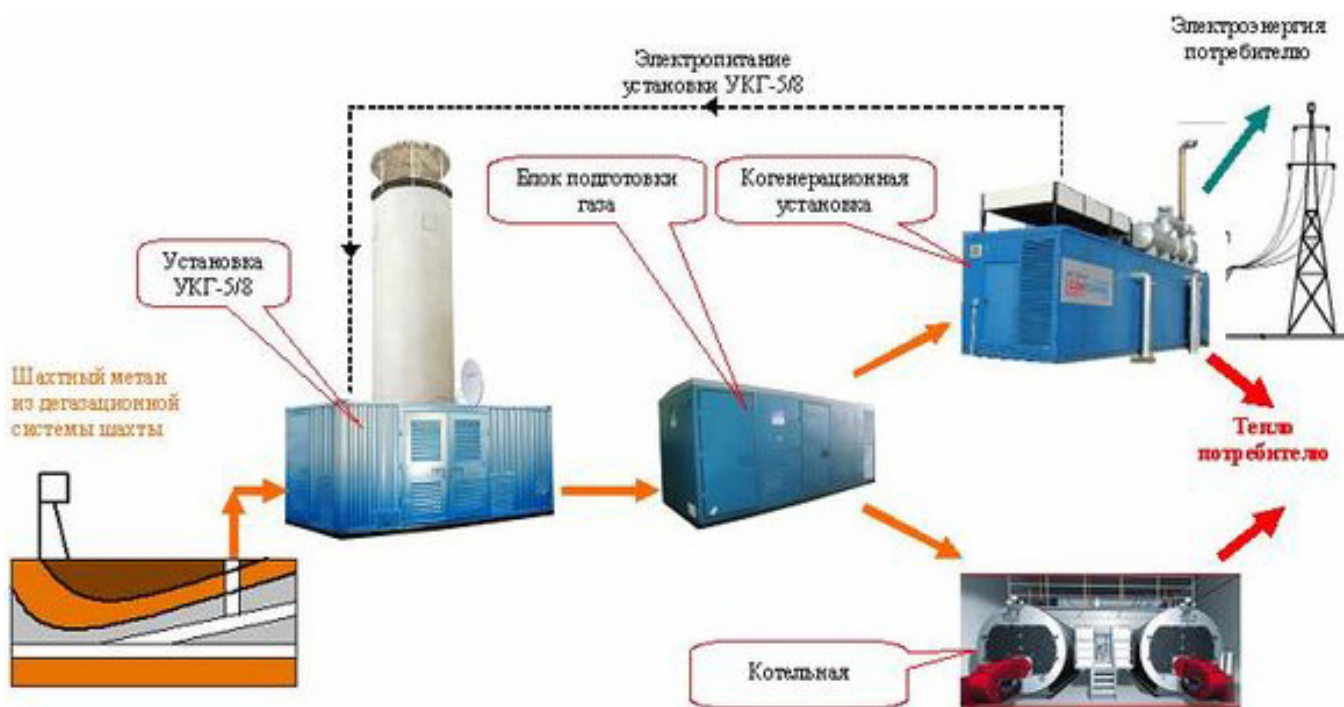


Рисунок 3 - Схема энергетического использования установки УКГ-5/8

Данные о показателях внедрения установок компрессорных газопутилизационных УКГ-5/8 по состоянию на май 2014 года приведены в табл. 3.



Таблица 3 – Показатели внедрения установок УКГ-5/8

№ п/п	Наименование	Год ввода в эксплуатацию	Наработка, ч	Утилизировано метана, млн. м <sup>3</sup>	В настоящее время
1	Шахта Молодогвардейская Краснодонуголь ПАТ	2013	3630	1175 501	в эксплуатации
2	Шахта Молодогвардейская Краснодонуголь ПАТ	2008	30608	11 008 912	в эксплуатации
3	Шахта Самсоновская-Западная	2009	22922	9442 666	в эксплуатации

На шахтах «Молодогвардейская», «Самсоновская-Западная» ПАО «Краснодонуголь» внедрены установки компрессорные газоперерабатывающие УКГ-5/8 в количестве 3-х установок производительностью 1551 м<sup>3</sup>/ч. Установки эксплуатируются с 2008 года. Всего при помощи установок утилизировано 21 627 079,00 м<sup>3</sup> газа метана. Общая наработка составила 57160 часов. Фактический экономический эффект, полученный за 6 лет эксплуатации 3-х установок УКГ-5/8, за счет снижения эмиссии метана в атмосферу, реализации положений Киотского протокола составил около 20 млн. грн.

Для повышения безопасности процесса нефтедобычи и пневмоиспытаний газопроводов широко используется в качестве рабочей среды инертный газ – азот. Инертную газовую среду (90-95 % азота) получают путем мембранного разделения атмосферного воздуха. После предварительного сжатия и подготовки воздух в мембранном блоке разделяется на кислород и азот. Кислород удаляется в атмосферу, инертная смесь подается в скважину или газопровод.

Для обеспечения потребностей в сжатом азоте предназначены передвижные станции СДА разработки АО «НПАО ВНИИкомпрессормаш» концерна «Укрросметалл», отличающиеся наличием разделительного мембранного блока. Основной ряд азотных компрессорных станций приведен на рис. 4.



Рисунок 4 - Классификация азотных компрессорных станций высокого давления

Азот, производимый компрессорным оборудованием, в нефтегазовой про-

мышленности применяется в качестве контролируемой нейтральной атмосферы для поддержания внутрипластового давления и увеличения добычи продукта. Газообразный азот используется в качестве безопасного агента для обеспечения взрыво-пожаробезопасности при:

- бурении, освоении, интенсификации, ремонте газовых и нефтяных скважин;
- газлифтном способе добычи нефти и запуске скважин;
- вскрытии продуктивных газо-нефтеносных пластов;
- продувке, ремонте и пневмоиспытаниях нефте- и газопроводов, емкостного и промышленного функционального оборудования, как стационарного, так и передвижного;
- хранении, транспортировке и перевалке углеводородов (для поддержания заданного давления в резервуарах с нефтью и газом).

Азотные мембранные станции и установки широко применяется в составе установок компримирования и подготовки углеводородов, систем перекачки СУГ, электростанций с водородным охлаждением генераторов мощностью более 200 МВт.

Разработаны следующие модификации:

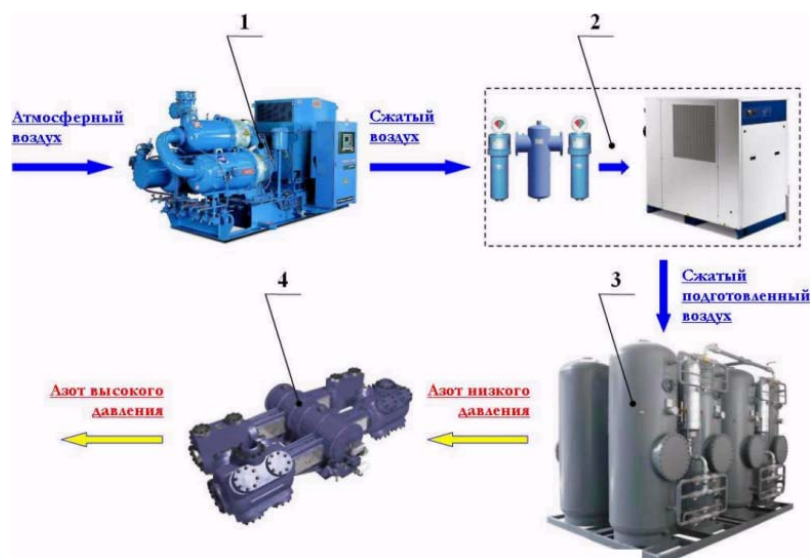
- АМВП – передвижные, в контейнерном исполнении, смонтированы на базе стандартных прицепов и полуприцепов – контейнеровозов, полнокомплектные, (см. рис. 1);
- СДА – передвижные, в контейнерном исполнении, смонтированы на базе автомобиля повышенной проходимости, полнокомплектные, автономные.

Применение технологий разработки с использованием методов поддержания пластового давления может обеспечить повышение газоотдачи на 10-15 %, а конденсатоотдачи на 20-30 %.

Острая актуальность проблемы текущего состояния энергоресурсов в Украине обусловила определение путей повышения интенсификации пластового давления с использованием современных вторичных технологий активного воздействия на пласт. В частности, на Котелевском газоконденсатном месторождении реализуется проект по использованию газообразного азота, полученного из атмосферного воздуха непосредственно на месте его применения.

В результате было изготовлена компрессорная станция блочно-модульного исполнения для круглосуточного производства 50 000 м<sup>3</sup>/сутки газообразного азота для сайклинг процесса (рис. 5).





1 - модуль компрессора среднего давления, 2 - модуль подготовки сжатого воздуха, 3 - модуль газоразделительный, 4 - модуль компрессора высокого давления

Рисунок 5 – Упрощенная схема работы азотной станции

Данный комплекс оборудования обеспечивает получение из атмосферного воздуха газообразного азота концентрацией не менее 99 % с его последующей закачкой в скважину газоконденсатного месторождения под давлением до 250 бар. Мониторинг и управление за работой всего оборудования производится с единого удаленного пульта через систему высшего уровня с минимальным присутствием персонала. Весь комплекс состоит из отдельных блок-боксов исполнения У1, соединенных между собой коммуникациями.

Применение нового компрессорного оборудования: станций азотных мембранных винтовых передвижных АМВП в процессах добычи угля для предотвращения и тушения подземных пожаров, установок компрессорных газопутилизационных УКГ для утилизации шахтного метана и предотвращения его взрывов, азотных компрессорных станций при бурении, освоении, интенсификации, ремонте газовых и нефтяных скважин, вскрытии продуктовых газонефтеносных пластов позволяет в комплексе решать проблему безопасности при разработке месторождений углеводородов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Докукин, А.В. Применение сжатого воздуха в горной промышленности / А.В. Докукин. - М.: Госгортехиздат, 1962. - 348 с.
2. Воронецкий, А.В. Современные компрессорные станции / А.В. Воронецкий. - М.: Премиум Инжиниринг, 2009.-445 с.
3. О проблемах пневмоэнергетического комплекса шахт / Б.А. Грядущий, Г.В. Кирик, А.Н. Коваль [и др.] // Компрессорное и энергетическое машиностроение. - №1(11). – 2008. - С. 2-5.
4. Кирик, Г.В. Новые композиционные материалы: монография / Г.В. Кирик, В.Н. Радзиевский, А.Д. Стадник. - Сумы: Университетская книга, 2011. - 310 с.
5. Теплообменные аппараты компрессорных установок. Исследования, конструкция, технология / В.Н. Радзиевский, Г.В. Кирик, А.М. Лавренко, А.М. Котов - Сумы: Слобожанщина, 2007. – 317 с.
6. Бондаренко, Г.А. Компрессорные станции. Воздушные компрессорные станции: учебное пособие / Г.А. Бондаренко, Г.В. Кирик. - Сумы: Сумский государственный университет, 2012. - 344 с.
7. Булат, А.Ф. Развитие научно-технических основ разработки и использования шахтного компрессорного оборудования / А.Ф. Булат, Б.В. Бокий, Г.В. Кирик // Геотехническая механика. – 2014. –

Вып. 114. – С. 3-18.

8. Булат А.Ф. Энергоэффективные компрессорные машины в процессах добычи угля и метана / А.Ф. Булат, Г.В. Кирик // Геотехническая механика. – 2014. – Вып. 115. – С. 3-15.

9. Булат А.Ф. Опыт разработки и внедрения шахтного компрессорного оборудования / А.Ф. Булат, Б.В. Бокий, Г.В. Кирик // Metallurgical and Mining Industry. – 2014. – № 4. – С.78-83.

#### REFERENCES

1. Dokukin A.V. (1962), *Primenenie szhatogo vozduha v gornoy promyshlennosti* [Using compressed air in mining], Gosgortekhzdat, Moscow, SU.

2. Voronetsky A.V. (2009), *Sovremenniyе compressorniyе stantsiyi* [Modern compressor stations], Premium Engineering, Moscow, RU.

3. Gryaduschiy B.A., Kirik G.V. Koval A.N., Loboda V.V., Zharkov P.E. and Lavrenko A.M (2008), «On the problems pneumoenergetic complex of mines», *Compressor and power engineering*, no. 1 (11), pp. 2-5.

4. Kirik G.V., Radzievskiy V.N. and Stadnik A.D. (2011), *Noviyе compozitsionniye materialy* [New composite materials], University Book, Sumy, UA.

5. Radzievskiy V.N., Kirik G.V., Lavrenko A.M. and Kotov A.M. (2007), *Teploobmenniyе apparaty compressornykh ustanovok. Issledovaniye, constructsiya, tehnologiya* [Heat exchangers compressor units. Research, design, technology], Sloboda, Sumy, UA.

6. Bondarenko G.A. and Kirik G.V. (2012), *Compressorniyе stantsiyi. Vozdushniye compressorniyе stantsiyi* [Compressor stations. Air compressor station], State University, Sumy, UA.

7. Bulat A.F., Bokij B.V. and Kirik G.V. (2014), «Development of scientific and technical bases of development and use of mine compressor equipment», *Geo-Technical Mechanics*, no. 114, pp 3-18.

8. Bulat A.F. and Kirik G.V. (2014), «Energy-effective compressor machines in the processes of booty of coal and methane», *Geo-Technical Mechanics*, no. 115, pp. 3-15.

9. Bulat A.F., Bokij B.V. and Kirik G.V. (2014), «Experience of development and introduction of mine compressor equipment», *Metallurgical and Mining Industry*, no. 4, pp.78-83.

---

#### Об авторах

**Булат Анатолий Федорович**, академик Национальной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор, директор института, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [office.igtm@nas.gov.ua](mailto:office.igtm@nas.gov.ua).

**Кирик Григорий Васильевич**, доктор технических наук, президент, Концерн «Укрросметалл», Сумы, Украина.

**Шевченко Владимир Георгиевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь института, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [V.Shevchenko@nas.gov.ua](mailto:V.Shevchenko@nas.gov.ua).

#### About the authors

**Bulat Anatoly F.**, Academician of the National Academy of Science of Ukraine, Doctor of Technical Sciences (D. Sc), Professor, Director of the Institute, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [office.igtm@nas.gov.ua](mailto:office.igtm@nas.gov.ua).

**Kirik Grigory V.**, Doctor of Technical Sciences (D. Sc), President, Concern “Ukrrosmetall”, Sumy, Ukraine.

**Shevchenko Vladimir G.**, Doctor of Technical Sciences (D. Sc), Senior Researcher, Scientific Secretary of the Institute, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [V.Shevchenko@nas.gov.ua](mailto:V.Shevchenko@nas.gov.ua).

---

**Анотація.** Вирішено актуальну проблему підвищення безпеки ведення робіт, що постає перед розробниками нового компресорного устаткування і технологій його застосування при розробці родовищ природних вуглеводнів.

Розроблено станції азотні мембранні гвинтові пересувні АМВП для ізоляції пожежних ділянок вугільних шахт, ліквідації пожеж у горизонтальних тупикових виробках, при веденні підривних робіт у гірничих виробках для створення інертного середовища в місці вибуху,

для попередження ендогенних пожеж у скупченнях вугілля, які утворилися в результаті раптових викидів.

Розроблено установки УКГ, призначені для утилізації шахтного газу діючих і закритих шахт через спалювання його в спеціальній камері й запобігання цим виділення в атмосферу шкідливого парникового газу - метану або його подачі на устаткування для енергетичного застосування (одержання електрики й тепла).

Розроблено азотні мембранні станції СДА, які широко застосовується в складі установок компримування й підготовки вуглеводнів і систем перекачування для підвищення безпеки процесу нафто- газовидобутку та пневмовипробувань газопроводів, які передбачають використання в якості робочого середовища інертного газу-азоту.

Застосування нового компресорного устаткування: станцій азотних мембранних гвинтових пересувних АМВП у процесах видобутку вугілля для запобігання і гасіння підземних пожеж, установок компресорних газутилізаційних УКГ для утилізації шахтного метану та запобігання його вибухів, азотних компресорних станцій СДА при бурінні, освоєнні, інтенсифікації, ремонті газових і нафтових свердловин, розкритті продуктових газо-нафтоносних пластів дозволяє в комплексі вирішувати проблему безпеки при розробці родовищ вуглеводнів.

**Ключові слова:** безпека, розробка родовищ вуглеводнів, компресорне устаткування.

**Abstract.** Solved an actual problem of increasing safety of work facing the developers of the new compressor equipment and technology of the application of it in the mining of natural hydrocarbons deposits.

Developed plant nitrogen membrane screw mobile AMVP to isolate the fire zone of coal mines, fire suppression in the horizontal deadlock workings for blasting operations in the mine workings to create an inert environment at the place of the explosion, to prevent endogenous fires in clusters of coal, which formed as a result of sudden emissions.

Designed the installation of the UKG intended for utilization of coal mine gas-sponding the action and closed mines through burning it in a special chamber and prevent this release of harmful greenhouse gas - methane or supply equipment for the energy use (electricity generation and heat).

Nitrogen membrane designed station SDA, which is widely used in the composition of plants and preparation of hydrocarbons compression and pumping systems to improve the safety of the process of oil and gas production and pneumatic tests involving the use of gas as a working medium of the inert gas nitrogen.

Application of the new compressor equipment: stations Nitrogen membrane screw mobile AMVP processes of coal for the prevention and suppression of underground fires, gas compressor units utilizing the UKG for SDA and prevent its explosions, nitrogen compressor stations at the SDA drilling, development, intensification, and maintenance of gas oil wells, opening the product gas reservoirs in the complex allows to solve the problem of security in the development of hydrocarbon deposits.

**Keywords:** safety, mining of hydrocarbon deposits, compressor equipment.

*Стаття поступила в редакцію 15.09.2014*

*Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.Г. Шевченко*

**Булат А.Ф.**, акад. НАН України,  
д-р техн. наук, професор,  
**Надуть В.П.**, д-р техн. наук, професор  
(ИГТМ НАН України)

**Маланчук Е.З.**, канд. техн. наук  
(Национальный университет водного хозяйства  
и природопользования)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ БАЗАЛЬТА**

**Булат А.Ф.**, акад. НАН України,  
д-р техн. наук, професор,  
**Надуть В.П.**, д-р техн. наук, професор  
(ИГТМ НАН України)

**Маланчук Є.З.**, канд. техн. наук  
(Національний університет водного господарства  
і природокористування)

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ  
ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ МІДНОГО КОНЦЕНТРАТУ З БАЗАЛЬТУ**

**Bulat A.F.**, Acad NASU,  
D.Sc. (Tech.), Professor,  
**Naduty V.P.**, D.Sc. (Tech.), Professor  
(IGTM NAS of Ukraine)

**Malanchuk Ye.Z.**, Ph.D. (Tech.)  
(National University of Water Management  
and Nature Resources Use)

**RESULTS OF RESEARCHES OF EFFICIENCY  
OF ELECTRICAL FIELD USE FOR PRODUCTION  
COPPER CONCENTRATE FROM BASALT**

**Аннотация.** Предметом исследований является эффективность использования процесса электрической сепарации на конечной стадии переработки измельченного базальта для извлечения концентрата самородной меди. Эта технологическая операция входит в технологию комплексной безотходной переработки базальтов. Поскольку базальт обладает высоким содержанием титаномагнетита, то предварительно измельченную смесь сепарируют на магнитном сепараторе, после чего магнитнореприимчивая часть, включающая самородную медь, пропускается через электросепаратор.

В процессе исследований определены рациональные классы крупности для электросепарации, установлено количество выхода медного концентрата для трех классов крупности базальта, а также зависимость количества концентрата от напряженности электрического поля сепаратора.