

УДК 621.593

**И.Ф. Кузьменко\*, А.И. Рубцов, А.Л. Довбиш**

ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха Московской области, РФ, 143907

\*e-mail: kuzmenko@cryogenmash.ru

**А.А. Мельниченко**

ООО НПФ «Циклогаз», Курсовой пер., 17, г. Москва, РФ, 119034

## ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШАХТНОГО ГАЗА С ПОЛУЧЕНИЕМ ТОВАРНОГО СЖИЖЕННОГО МЕТАНА

*Россия располагает значительными ресурсами шахтного газа, составляющими 80 трлн. м<sup>3</sup>. Его добыча в перспективе может достигать 20 млрд. м<sup>3</sup> в год. Описывается разработанная технология комплексной переработки шахтного газа, содержащего кислород. Она предусматривает каталитическое удаление кислорода на начальной стадии и дальнейшую очистку методом короткоциклового адсорбции от образующихся CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Для последующего охлаждения газа, выделения азота и получения товарного метана в жидком виде применяется азотный криогенный цикл с предварительным охлаждением и турбодетандер-компрессорным агрегатом. Разделение азота и метана осуществляется методом криогенной ректификации. В качестве побочных продуктов извлекается горючий газ и отводится теплота реакции окисления углеводородов, которые могут быть использованы как вторичные энергоресурсы.*

**Ключевые слова:** Шахтный газ. Сжиженный метан. Взрывоопасность. Каталитическое окисление. Криогенный цикл. Короткоциклового адсорбция. Удельный расход энергии. Коэффициент извлечения. Ректификационная колонна. Вторичные энергоресурсы.

*I.F. Kuzmenko, A.I. Rubtsov, A.L. Dovbish, A.A. Melnichenko*

## TECHNOLOGY OF MINE GAS COMPLEX PROCESSING ALONG WITH COMMERCIAL LIQUID METHANE PRODUCTION

*Russia has great resources of mine gas, which are 80 tril. m<sup>3</sup>. In future its production may reach 20 bil. m<sup>3</sup> annually. Developed technology of mine gas complex processing, which contains oxygen has been described. The technology provides a catalytic removal of oxygen at the first stage and further purification from the generated CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O by a pressure swing adsorption method. Nitrogen refrigeration cycle with pre-cooling and turboexpander-compressor set is applied for further gas cooling, nitrogen extraction and commercial liquid methane production. Cryogenic rectification is used for nitrogen and methane separation. Fuel gas is extracted as by-product and oxidation reaction heat of hydrocarbons which can be used as waste energy is carried out.*

**Keywords:** Mine gas. Liquefied methane. Explosibility. Catalytic oxidation. Cryogenic cycle. Pressure swing adsorption. Specific power consumption. Extraction ratio. Rectification column. Waste energy.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Мировые запасы шахтного газа (ШГ) превышают запасы природного газа и оцениваются в 260 трлн. м<sup>3</sup>. Наиболее значительные ресурсы ШГ сосредоточены в России (примерно 80 трлн. м<sup>3</sup>), США (60 трлн. м<sup>3</sup>), Китае (28 трлн. м<sup>3</sup>), Австралии (22 трлн. м<sup>3</sup>) и в меньшей степени в других угледобывающих странах. Практическая реализация этих ресурсов в целом находится пока в начальной стадии. Однако её возмож-

ный масштаб иллюстрируется опытом США, в которых за последние годы добыча ШГ достигла уровня 60 млрд. м<sup>3</sup> в год. В России в 2010 г. планируется добыть 4 млрд. м<sup>3</sup> в основном за счёт освоения угольных пластов в Кузбассе, на которых пока не ведется добыча угля. В перспективе добыча ШГ должна составить 17-20 млрд. м<sup>3</sup> в год.

Добыча и масштабы использования ШГ в качестве нетрадиционного источника энергии оказывают влияние на другие не менее важные вопросы: сокра-