

# Внедрение техники направленного бурения в скважине для извлечения и добычи угольного метана

Вэн Жон, Гао Юнься.

*Пекинская компания с ограниченной ответственностью научно-технического развития ХэКан, Пекин 10043*

Поступила в редакцию 01.02.11, принята к печати 01.03.11

## Аннотация

Внедрение техники направленного бурения позволяет повысить эффективность скважинной добычи метана в угольных шахтах и сократить аварии из-за взрывов метана. Данная статья посвящена технике направленного бурения для извлечения и добычи метана на территории Китая, в частности, к конструкции, принципу работы, техническим параметрам и эксплуатации телеметрической системы YND1-1000 с независимыми правами интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: Направленное бурение, добыча метана, телеметрические системы контроля бурения

## 1. Предисловие

Геологическая структура Китайских угольных месторождений очень сложная, поэтому серьёзную опасность при работах на угольной шахте представляют взрывы метана. Согласно статистическим данным, на 49,8% основных государственных угольных шахт с высоким содержанием метана 80% серьёзных аварий (с числом погибших более 10 человек) обусловлено взрывами метана, т.е. они являются **основными убийцами** людей на угольных шахтах<sup>[1]</sup>.

Опыт показывает, что скважинное извлечение и добыча метана является эффективным технологическим средством для сокращения аварий из-за взрывов метана.

В последние годы, по мере развития техники направленного бурения в нефтяной промышленности, китайские научно-исследовательские институты и предприятия угольной промышленности начали использовать направленное бурение скважин для извлечения и добычи метана, достигнув положительных результатов.

## 2. Внедрение техники направленного бурения в скважинах на полях угольных шахт

### 2.1. Способы скважинного извлечения и добычи метана в угольных шахтах

Используется три основных способа скважинной добычи метана<sup>[2]</sup>:

- Извлечение и добыча метана через скважину в данном угольном пласте;

- Проходка специальных горных выработок с последующим извлечением и добычей метана через скважины, пробуренные по угольным пластам;
- Бурение протяжённых направленных скважин прямо в угольном забое или в кровле угольного пласта для извлечения и добычи метана из этого и соседнего пластов.

Из вышеуказанных способов, третий способ имеет существенные преимущества из-за большей эффективности, безопасности, обеспечения большего дебита, более продолжительного периода затухания, поэтому он успешно применяется в скважинной добыче метана в США и Австралии<sup>[2]</sup>.

## 2.2. Современное состояние техники извлечения и добычи метана через протяжённые направленные скважины в угольных шахтах Китая

Чтобы повысить безопасность угольного производства и увеличить объёмы добычи и использования метана, наша страна предложила реализовать проект по **разработке техники и технологии бурения направленных скважин с протяжённым горизонтальным участком по угольному пласту**<sup>[2]</sup>. Наша компания участвовала в реализации этого проекта. Наша разработка, **телеметрическая система контроля процесса бурения YHD1-1000** получила первый приз среди научно-технических проектов Китайской угольной промышленности. Она уже используется во многих крупных угольных шахтах, например в провинциях Шаньси, Нэймэнгу, Нинся и др., общие объёмы бурения – более миллиона метров.

### 2.3. Телеметрическая система контроля процесса бурения YHD1-1000

#### 2.3.1. Состав системы

Телеметрическая система YHD1-1000 работает с установкой направленного бурения, и включается в состав бурового снаряда, состоящего из бурильных труб с центральным кабелем. Информация выводится на взрывозащищённый компьютер (рис. 1).

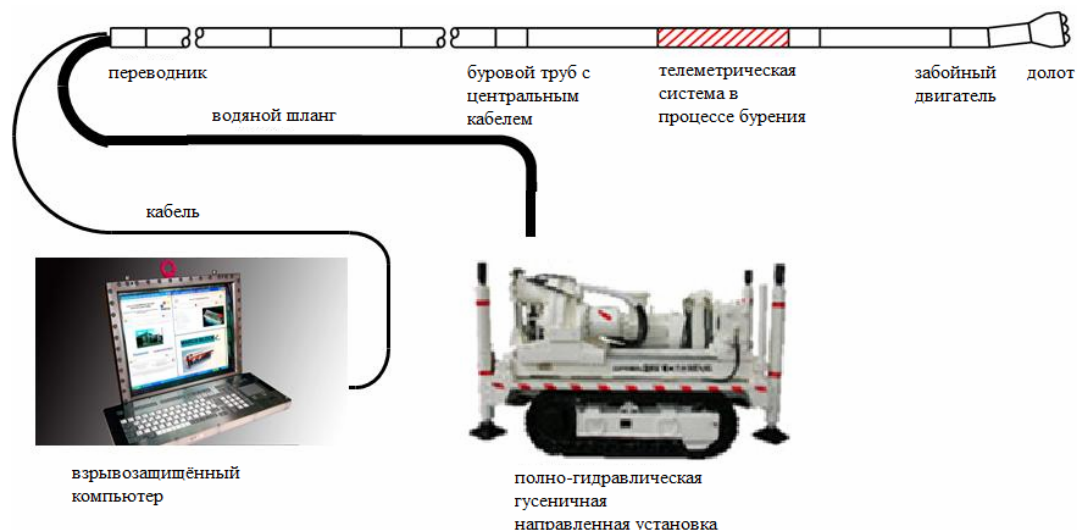


Рис. 1 Схема системы YHD1-1000

Скважинный прибор состоит из модуля измерения (рис.2) и трубчатой кассеты с батареями (рис.3), измеряет в реальном времени траекторию скважины и передает сигналы к

взрывозащищённому компьютеру на устье через центральный кабель в бурильных трубах.



Рис. 2 Модуль измерения



Рис. 3 трубчатая кассета с батареями

Взрывозащищённый компьютер осуществляет приём данных и их обработку, отображая данные о траектории скважины в реальном времени для осуществления инженерным персоналом контроля процесса направленного бурения.

### 2.3.2. Основные технические параметры

А. Точность измерения:

Показатель	Диапазон, °	Точность, °	При условии
Зенитный угол	-90~90	±0.2	–
Магнитный азимут	0~360	±1.5	При зенитном угле: -30°~30°
Угол установки отклонителя	0~360	±1.5	При зенитном угле: -30°~30°

Б. Показатель рабочей среды

Показатель	Значение
Давление жидкости, МПа	≥12
Температура работы, °С	0 ~ 40
Ударопрочность	50g , 11mS
Вибростойкость	5g , 0 ~ 120Hz

В. Прочие показателя

Показатель	Значение
Взрывобезопасный уровень	ExibI искробезопасный взрывозащищённый тип
Уровень защиты	IP54
Макс. Глубина бурения, м.	≥1000
Непрерывное время работы прибора, день	≥60

### 2.3.3. Принцип работы

В процессе бурения телеметрическая система, установленная под забойным двигателем, измеряет в реальном времени данные (зенит, магнитный азимут и угол установки отклонителя) и передает их через центральный кабель в бурильных трубах на взрывозащищённый компьютер, расположенный на устье скважины. После этого компьютер автоматически рассчитывает данные о фактической траектории скважины и отображает их на дисплее в виде таблицы или диаграммы. Инженеры регулируют направление отклонителя, исходя из отклонения фактической траектории скважины от проектной, обеспечивая бурение в целевой пласт.

### 2.3.4. Применение

21-го апреля 2008 г. при бурении в соединительной выработке №1 забоя №113 угольной шахты «Тинна» в провинции Шаньси была успешно пробурена горизонтальная направленная скважина для извлечения метана глубиной **1046 м**. Двумерная траектория фактической скважины показана на рис. 4, а трёхмерная траектория фактической скважины – на рис.5. По ним можно чётко увидеть положение фактической траектории скважины в угольном пласте. Эта скважина поставила новый рекорд среди горизонтальных направленных скважин для извлечения метана в угольных шахтах Китая, при этом скорость бурения составляла до 160 м/день, вертикальное отклонение – менее 1 м, горизонтальное отклонение – менее 5м.

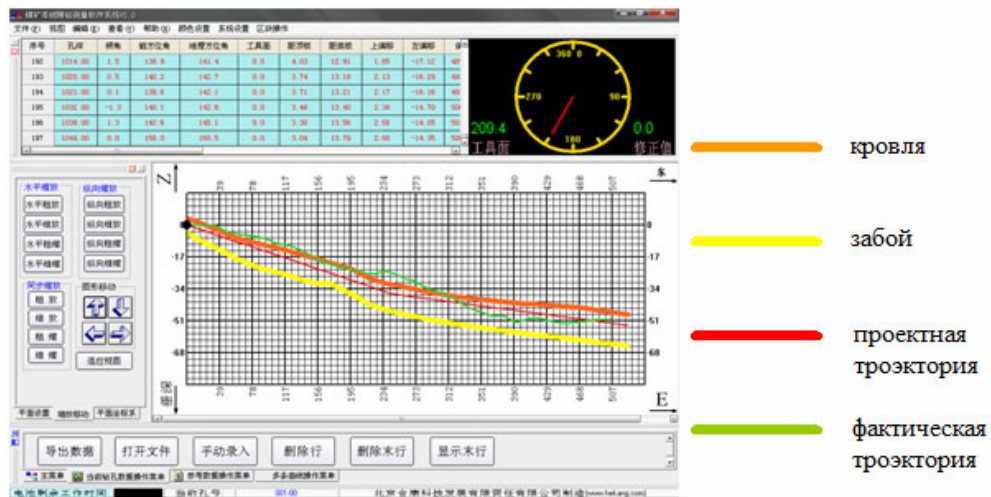


Рис. 4 Двумерная фактическая траектория скважины

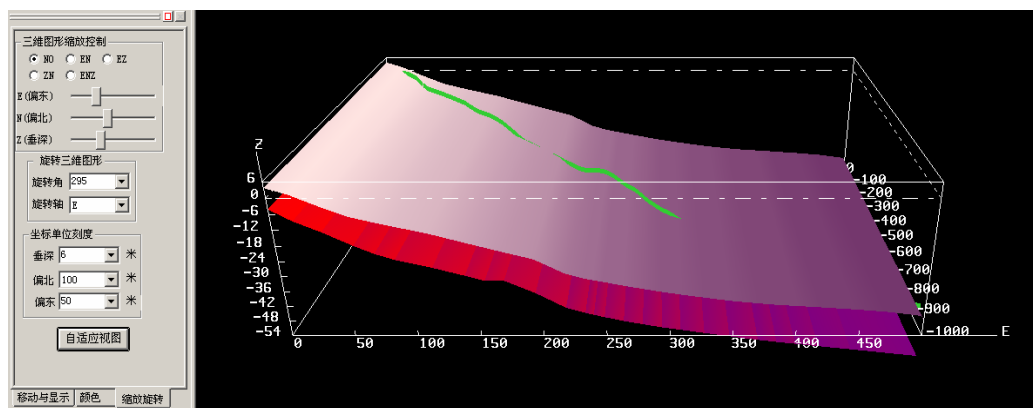


Рис.5 Трёхмерная фактическая траектория скважины

### 2.3.5. Сравнение с обычной технологией бурения скважин в угольных шахтах

Применение традиционных буровых технологий в угольных шахтах без оборудования направленного бурения не даёт возможности регулировать траекторию скважины в реальном времени и поэтому позволяет бурить только прямые скважины небольшой глубины. При этом, для обеспечения извлечения метана, нужно параллельно бурить много скважин (рис. 6). Внедрение техники направленного бурения позволяет бурить многозабойные скважины с одним устьем. Таким образом, время на вспомогательные работы уменьшается, увеличивая технико-экономические показатели бурения. Пример бурения более 40 многозабойных скважин для добычи метана в угольной шахте Данин с помощью техники направленного бурения показан на рис. 7<sup>[3]</sup>.

## 3. Внедрение на угольных месторождениях техники направленного бурения скважин с поверхности Земли

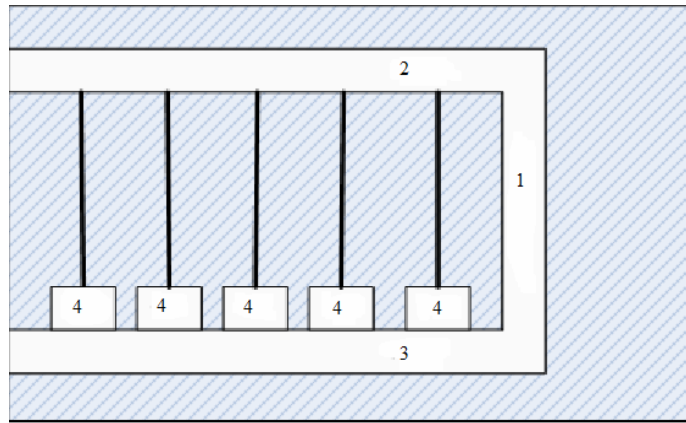
### 3.1. Недостатки ранее применявшихся методов

Ранее для извлечения и добычи метана применялись вертикальные скважины, пробуренные с поверхности Земли. Добыча метана осуществлялась за счёт естественного выделения метана из угольного пласта или создания с поверхности депрессии на пласт.

Недостатки этих методов:

- Поскольку мощность угольного пласта составляет от единиц до десятков метров, то эффективная площадь извлечения метана небольшая, поэтому эффективность добычи метана будет низкая.
- Для извлечения и добычи метана целого района, требуется бурение большого количества скважин, что связано с огромными затратами ресурсов.

В последние годы, с созданием беспроводного измерительного прибора контроля процесса бурения MWD и дальномера вращающегося магнитного поля, новая техника бурения скважин для извлечения и добычи метана получила существенное развитие, позволяя при проведении работ использовать многозабойные стыковочные горизонтальные скважины.



- 1-забой очистной выемки
- 2-выхлопная выработка
- 3-впускная выработка
- 4-устье

Рис. 6. Обычное скважинное отверстие

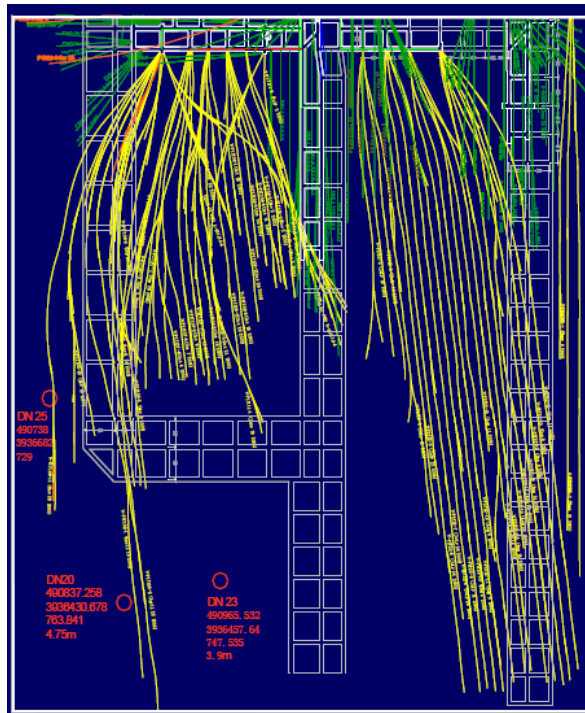


Рис.7. Практический эффект многозабойных направленных скважин в угольной шахте Данин

### 3.2. Многозабойные стыковочные горизонтальные скважины

Обычно, многозабойные стыковочные горизонтальные скважины состоят из нескольких направленных горизонтальных стволов, выходящих из одной вертикальной скважины. Многозабойные скважины могут проходиться как по одному угольному пласту, так и по нескольким пластам.

### 3.2.1. Достоинство

- Многозабойные горизонтальные скважины не только позволяют вести бурение в разные целевые угольные пласты, но и дают возможность повышения эффективности извлечения и добычи метана, поскольку ствол скважины на большом протяжении находится в угольном пласте.
- Стыковочные скважины позволяют соединить многие стволы для формирования циркуляционных подходов извлечения и добычи метана.

### 3.2.2. Принцип работы

Сначала бурят вертикальную скважину, потом бурят направленную горизонтальную скважину на расстоянии 500–800 метров от устья вертикальной скважины. Проводят направленное бурение её наклонного и большей части горизонтального участка с помощью беспроводного измерительного прибора контроля процесса бурения MWD, поддерживая траекторию скважины в угольном пласте или на кровле. Когда расстояние между горизонтальной и вертикальной скважинами сократится до 50 метров, то поднимают бурильные трубы и устанавливают генератор вращающегося магнитного поля перед забойным двигателем, а дальномер вращающегося магнитного поля размещают в вертикальной скважине. При бурении вращение долота формирует вращающееся магнитное поле, а дальномер определяет расстояние между долотом и прибором и направление бурения по измеренной конвергенции и дивергенции магнитного поля. При этом инженеру даются указания о регулировании направления отклонителя для того, чтобы выдерживалось направление бурения к вертикальной скважине для осуществления их стыковки (рис. 8).

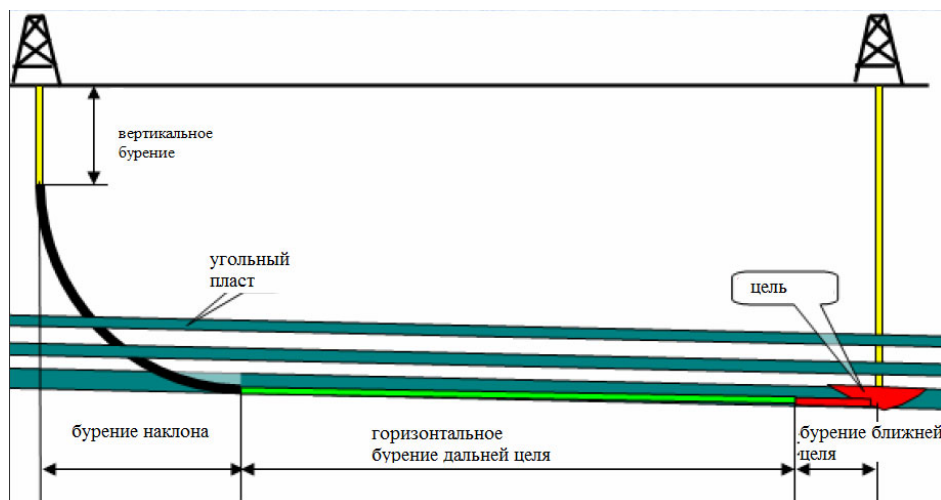


Рис. 8 Схема процесса бурения направленной горизонтальной скважины

### 3.2.3. Преимущество<sup>[3]</sup>

- Высокая производительность: начальный дебит метана при использовании метода бурения многозабойных горизонтальных скважин и стыковочных скважин будет в 10 раз выше, чем при использовании обычных вертикальных скважин.
- Высокая инвестиционная доходность: Доходность составляет 15-18%, что значительно выше показателя для обычных вертикальных скважин (3%).

- Охрана окружающей среды: Уменьшает загрязнение и нарушение поверхности, так как снижается площадь, используемая при буровых работах.

#### 4. Заключение

Внедрение техники и технологий направленного бурения позволяет значительно повысить эффективность извлечения и добычи метана, уменьшить интенсивность работ и затраты на производство, сократить аварии из-за взрывов метана в угольных шахтах. В ближайшем будущем, в связи с успешной разработкой скважинного беспроводного измерительного прибора контроля процесса бурения MWD и усовершенствованной геонавигационной системы, технологии бурения скважин для извлечения и добычи метана достигнут принципиально нового уровня<sup>[4]</sup>.

#### Библиографический список

- [1] Сунн, Маоюань. Руководство по эксплуатации метана / Маоюань Сунн, Шэнчу Хуан. – Пекин: «Издательство угольной промышленности», 1998г. – С. 6–8.
- [2] Ши, Джидьюнь. Новая техника бурения для извлечения и добычи метана в угольной шахте / Джидьюнь Ши, Шаюнь Ху, Нинпин Яо. – Пекин: «Издательство угольной промышленности», 2008. – С. 14–17
- [3] Ху, Ханье Внедрение техники многозабойного направленного бурения и стыковочных скважин в эксплуатации метана / Ханье Ху // Китайская международная конференция угольной промышленности «Извлечение и пользование метана в Китае». – Пекин, 2008.
- [4] Е, Дьанпин. Состояние и перспективы разведки, добычи и пользования метана в Китае / Дьанпин Е // Конференция о метане. – ВэйХай, 2006.

© Вэн Жон, Гао Юнься, 2011.

#### Анотація

Впровадження техніки направленої буріння дозволяє підвищити ефективність в свердловині вугільної шахти для витягання і видобутку метану, і скоротити аварій із-за спалаху метану. Дана стаття відноситься до досягнення техніки направленої буріння для витягання і видобутку метану на території Китаю і експлуатації їх приладів, зокрема, до складу, принципу роботи, технічних параметрів і експлуатації телеметричної системи в процесі буріння YHD1-1000 з незалежними правами інтелектуальної власності..

Ключові слова: направлене буріння, видобуток метану, техніка.

#### Abstract

Introduction of technique of the directed boring drilling allows to promote efficiency in the mining hole of coal mine for extraction and booty of methane, and to shorten failures from the flash of methane. This article behaves to achievement of technique of the directed boring drilling for extraction and booty of methane on territory of China and exploitation of their devices, in particular, to composition, principle of work, technical parameters and exploitation of the telemetric system in the process of the boring drilling of YHD1-1000 with independent rights for intellectual property..

Keywords: directed drilling, methane extraction, tools.