

УДК 622.271:539.42

**Любен Тотев**

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗВЗРЫВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ „КАРДОКС“ В БОЛГАРИИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ПОРОДЫ**

*Описаны случаи применения технологии „КАРДОКС“ для быстрого измельчения породы, бетона и многих других материалов при полной безопасности проведения работ.*

*Ключевые слова:* технология „КАРДОКС“, измельчение породы, темп разрушения.

**Семинар № 19**

---

**Т**ехнология „КАРДОКС“ основывается на безвзрывном разрушении породы, угля в опасных в отношении самовоспламенения шахтах, и других твердых материалов.

Применяется в специфических случаях, когда конвенциональные бурильно-взрывные работы не могут быть применены. Таким являлся и случай при строительстве торгового центра „МОЛ Плевен“.

Созданная первоначально для использования при измельчении угольных пластов, где существует опасность самовоспламенения, система „КАРДОКС“ давно уже используется и для быстрого измельчения породы, бетона и многих других материалов при полной безопасности и без никаких неблагоприятных последствий и результатов. „КАРДОКС“ производит моментальную, мощную перемещающую силу с помощью двуокиси углерода, который разрушает и образует трещины в материале, находящемся в естественно или искусственно созданных обычновенных плоскостях, отделяя его от породы или бетона.

„КАРДОКС“ ни в коем случае не является взрывчатым веществом и полностью одобрен Исполнительным органом по здравоохранению и безопасности Соединенного Королевства.

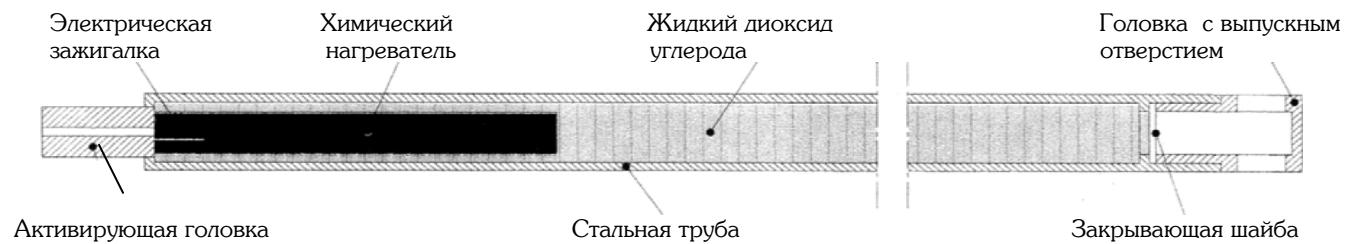
Устройство трубы „КАРДОКС“ изображено на рис. 1.

Пробиваются одно или несколько взрывных отверстий, в которые ставят трубы „КАРДОКС“. Из трубы выходят провода, которые соединены с устройством с низким электрическим напряжением, которое действует систему, обеспечивающую необходимый инициирующий импульс, и взрыватель низкого напряжения превращает жидкую диоксид углерода в газ с объемом в 600 раз больше его объема в камере трубы. Мгновенное испарение газа приводит к увеличению давления, которое разрывает закрывающую шайбу, и вытекающий из отверстия CO<sub>2</sub> разрушает окружающую среду. Весь процесс протекает за время менее 1 секунды. Подбирая толщину закрывающей шайбы, можно управлять действием взрыва. Чтобы подготовить устройство к повторному использованию, необходимо заменить закрывающую шайбу, установить новый взрыватель, заполнить камеру жидким CO<sub>2</sub> с помощью насоса, и труба снова готова к использованию.

Параметры наиболее используемых труб „КАРДОКС“ показаны в табл. 1.

Таблица 1

Тип патрона (гильзы)	B20		B37		F57		F57-L					
Номинальный диаметр (мм)	45		34		51		51					
Длина (мм)	686		1 118		1 246		1 753					
Вес (кг)	5.45		8.18		12.73		20					
Заправка CO <sub>2</sub> (кг)	0.29		0.60		0.88		1.25					
Давление при разрыве (т/инч <sup>2</sup> )	12	15	12	15	8	12	15	17.5	12	15	8	12
Давление при разрыве (кг/см <sup>2</sup> )	1900	2360	1900	2360	1260	1900	2360	2760	1900	2360	1260	1900
Толщина шайбы (мм)	2.8	3.6	2.8	3.6	2.4	3.6	4.4	5.2	3.6	4.4	3.2	4.8
Нагреватель (химический нагреватель)	D45	D62.5	D62.5	D77.5	D50	D77.5	D100	D115	D115	D115	D120	D145
Размер короны (мм)			51		57		57				76	



221 Рис. 1. Устройство трубы „КАРДОКС”

**Технология „КАРДОКС“ имеет следующие преимущества:**

- Полностью одобрена Инспекторатом по здравоохранению и безопасности на шахтах в Соединенном Королевстве
- Классифицирована как не взрывчатое вещество
- Не требуется разрешение на сохранение, использование и транспортировку
- Безопасна в газовых шахтах
- Добываются большие чистые отломки угля или руды
- Значительно уменьшается количество угольной или рудной мелочи
- Непрерывная, постоянная добыча – нет необходимости проветривать рабочее место, продолжение работы непосредственно после взрыва
- Практически без пыли
- Оправданы затраты, экономически эффективна
- Меньшее количество отверстий в сравнении с конвенциональной технологией
- Незамедлительные результаты
- Неограниченно продолжительное использование гильз (патронов)
- Без ударной волны или вредных сейсмических влияний

Во время строительства торгового центра „МОЛ Плевен“ в г. Плевен необходимо было вырыть траншею глубиной около 2,20 м в твердой породе. Имея в виду тот факт, что строительный объект находился в центре города, практически невозможно было проводить бурильно-взрывные работы при разрушении породы. Поэтому специалисты АО „Горно-строительная компания“, ведущий строительство и являющейся исключительным представителем „КАРДОКС“ в Болгарии, решили применить технологию „КАРДОКС“.

222

Для этого сначала уточнили вид породы – доломитизированный известняк с характеристиками:

- категория пробиваемости - VIII
- объемный вес -  $\gamma = 2,40 \text{т}/\text{м}^3$
- коэффициент по Протодьяконову -  $f = 8 - 10$
- разрушающее напряжение при сжатии -  $\sigma = 800 - 1000 \text{ кг}/\text{см}^2$

Был изготовлен технологический проект котлована размерами: длина 172 м и ширина 73 м. С трех сторон его окружали улицы, а с четвертой (верхней) стороны – двор и существующее здание. Планировалось рыть котлован в два этапа.

На первом этапе оформить центральную траншею до уровня дна котлована глубиной около 2,20 м и приблизительными размерами 132 м на 30 м таким образом, чтобы вокруг нее сохранилась берма шириной около 20 метров. Эта берма является рабочей площадкой для оборудования, необходимого для укрепления стен котлована.

На втором этапе производится выемка бермы после окончания укрепительных работ.

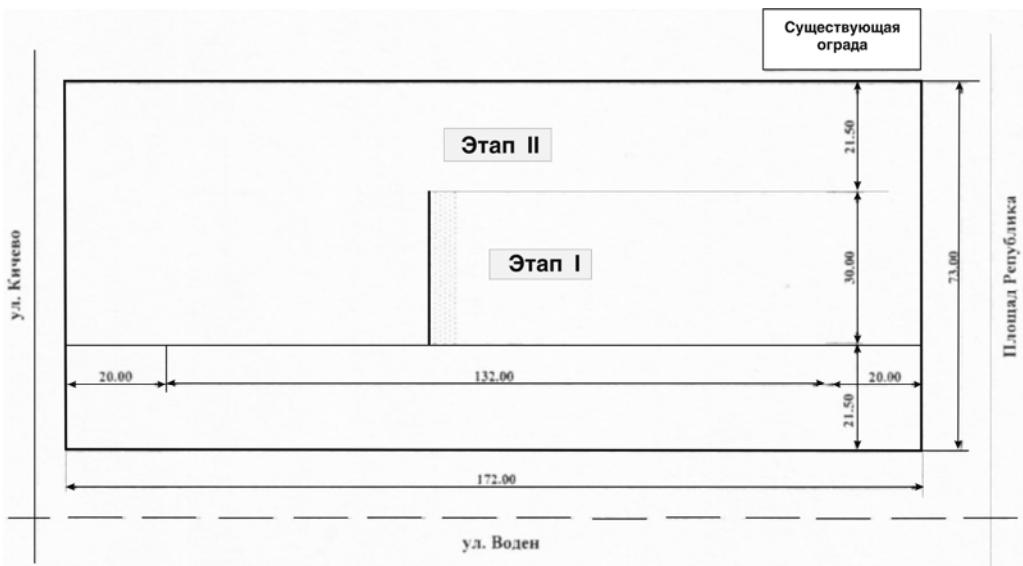
Схема котлована и этапы работ показаны на рис. 2.

Было принято решение разрушение осуществить с помощью труб „КАРДОКС“ с характеристиками, показанными в табл. 2.

Отверстия длиной 2,20 м и диаметром 57 мм пробиваются ручными перфораторами. Перед заправкой отверстия продуваются и очищаются от мелочи. Инициирование химических нагревателей в трубе происходит незамедлительно.

Было проведено экспериментальное разрушение с целью определения:

- линии наименьшего сопротивления – W;
- расстояния между двумя соседними отверстиями – A;



**Рис. 2. Схема котлована и этапы работ**

Таблица 2

Наименование	Ед. измерения	Характеристики	
Вид патрона (трубы)	-	F57	
Номинальный диаметр	мм	51	
Длина	мм	1246	
Вес	кг	12,73	
Заправка CO <sub>2</sub>	кг	0,88	
Давление при разрыве	кг/см <sup>2</sup>	1260	1900
Толщина шайбы	мм	2,4	3,6
Нагреватель (химический)	-	A50	A77
Размер пробивной короны	мм	57	

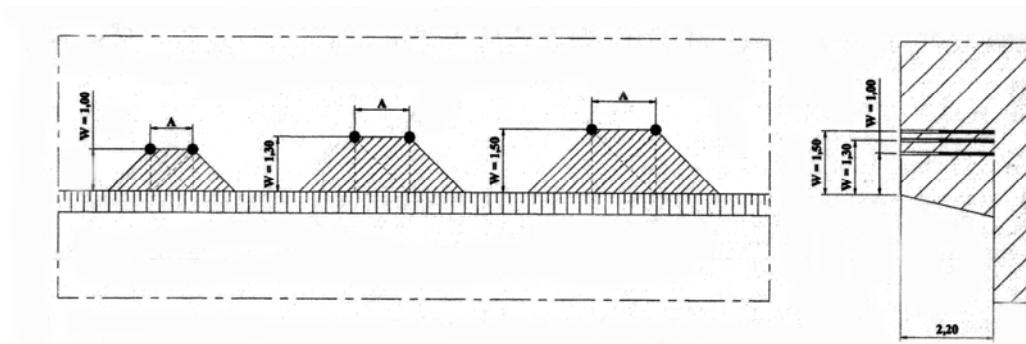
Таблица 3

W-линия наименьшего сопротивления (м)	A - расстояние между двумя соседними отверстиями (м)		
1,00	1,00 (1,00 м <sup>2</sup> )	1,30 (1,30 м <sup>2</sup> )	1,50 (1,50 м <sup>2</sup> )
1,30	-	1,30 (1,69 м <sup>2</sup> )	1,50 (1,95 м <sup>2</sup> )
1,50	-	-	1,50 (2,25 м <sup>2</sup> )

- количества одновременно активированных труб „КАРДОКС”.

Данные были оптимизированы путем проведения серии опытов, результаты которых приведены в табл. 3 и на рис. 3.

Количество одновременно активированных труб „КАРДОКС” определилось путем сейсмического расчета параметров разрушения массива на базе исследований с помощью специализированной аппаратуры соглас-



**Рис. 3. Экспериментальное определение параметров  $W$  и  $A$  для разрушения массива**



**Рис. 4**

но Сборнику правил безопасности труда при проведении взрывных работ.

Во время опытных разрушений сначала активировались одновре-

менно 2-3 трубы, после чего их количество возросло до 6.

После экспериментального уточнения параметров были разрушены и вывезены из котлована торгового центра „МОЛ Плевен“ более 10 000 м<sup>3</sup> породы – рис. 4.

В заключении было установлено, что приложение технологии „КАРДОКС“ оправдано при специфических условиях, когда невозможно приложение других конвенциональных методов, несмотря

на то, что себестоимость одного кубического метра разрушенной массы более высока и темп разрушения в этом случае более низкий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CARDOX International Limited. [ГИАБ](#)

#### Коротко об авторе

Любен Тотев – доцент доктор, Горно-геологический университет имени Святого Ивана Рильского, София, Болгария, E-mail: ltotev@abv.bg