

О.В. Ковалев, Д.Н. Хоанг

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПОД КАРЬЕРОМ В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НУЙБЕО ВЬЕТНАМА

Представлен метод расчета технологических параметров для безопасной подземной добычи запасов угля, обрабатываемых под водными объектами. Кроме того, выполнено определение безопасной глубины ведения горных работ в горно-геологических условиях месторождения Нуйбео Вьетнама.

Ключевые слова: разработка под водными объектами, месторождение Нуйбео, шахта Нуйбео, разработка под карьерами.

При отработке угольных пластов нарушается естественное равновесие массива горных пород, в результате чего массив деформируется и сдвигается. Непосредственно над выработанным пространством образуется зона обрушения I (рис. 1), выше слои пород, прогибаясь, теряют сплошность и в них образуются трещины (II). Внутри этой зоны, вместе с зоной обрушения, выделяется зона водопроводящих трещин (ЗВТ). Через эту зону под водным объектом по водопроводящим трещинам вода поступает в горные выработки, увеличивая в них водопитоки до катастрофических. Выше этой зоны толща горных

пород расслаивается и слои прогибаются без образования трещин (III).

Таким образом, для обеспечения безопасной разработки под водными объектами необходимо определить высоту зоны водопроводящих трещин (H_T) и безопасную глубину (H_B). Безопасной глубиной разработки (H_B) называется такая, ниже которой горные работы не вызывают формирования ЗВТ, достигающей нижней границы водных объектов. Безопасная глубина «откладывается» от указанного объекта по вертикали. Высота ЗВТ при первичной подработке (или безопасная глубина) определяется из выражений [3, 4]:

- при мощности глинистых наносов в основании подрабатываемого водного объекта (h_r) < 2 м.

$$H_B = H_T = 2 \sqrt{\frac{m}{K_r}} = 2 \sqrt{\frac{m}{0,8e^A 10^{-3}}}, \quad (1)$$

где m – вынимаемая мощность пласта; A – содержание алевролитов, аргиллитов в долях от подрабатываемой толщи; K_r – граничная кривизна.

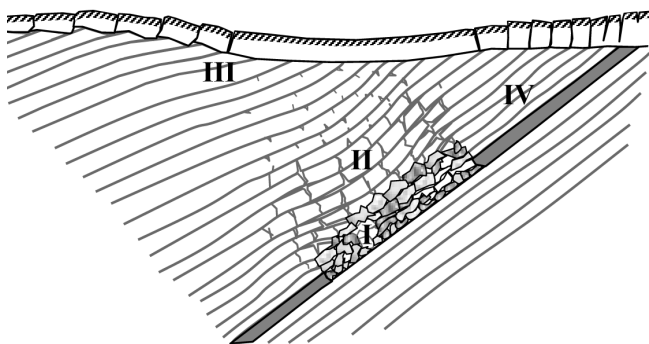


Рис. 1. Области сдвижения горных пород [4]: I – зона обрушения; II – зона трещинообразования; III – область прогиба; IV – область сдвижений по напластованию

• при мощности глинистых наносов в основании подрабатываемого водного объекта (h_r) $\geq 2m$.

$$H_B = H_T = 2\sqrt{\frac{m}{K_r + \Delta K_r}} =$$

$$= 2\sqrt{\frac{m}{0,8e^4 10^{-3} + 0,4 h_r 10^{-3}}}, \quad (2)$$

где ΔK_r – приращение граничной кривизны, определяемой по зависимости $\Delta K_r = 0,4 h_r \cdot 10^{-3}$, 1/м.

Для нахождения горизонта безопасной глубины ведения горных работ под водными объектами величина H_B , рассчитанная по формулам (1) и (2), откладывается от поверхности вниз по вертикали (рис. 2, а). Для нахождения высоты зоны водопроводящих трещин величину H_T , рассчитанную по формулам (1) и (2), необходимо отложить от пласта вверх по вертикали (от точки I) и в этом случае также можно определить границу безопасного ведения горных работ под водным объектом (см. рис. 2, б).

Из формул (1) и (2) следует, что в одинаковых горно-геологических условиях безопасная глубина прямо зависит от вынимаемой мощности пластов. Чем больше безопасная глубина, тем больше потери угля, особенно в случаях выемки мощных пластов или свит пластов.

Для уменьшения безопасной глубины могут применяться специальные меры, позволяющие уменьшить высоту ЗВТ над выработанным пространством. Наиболее рациональным с этой точки зрения является разработка пласта на

неполную мощность, а также применение закладки выработанного пространства.

При выемке пласта на неполную мощность максимальная вынимаемая мощность его m_H , исходя из формул (1) и (2), может быть определена из соотношения [4]:

$$m_H = m \left(\frac{H}{H_B} \right)^2, \quad (3)$$

где m – полная мощность пласта; H – глубина залегания пласта, на которой предполагается его разработка под водным объектом; H_B – безопасная глубина разработки под водным объектом при вынимаемой мощности m , рассчитанной по формулам (1) и (2).

При выемке пластов с применением закладки влияние последней на размеры ЗВТ в сторону уменьшения

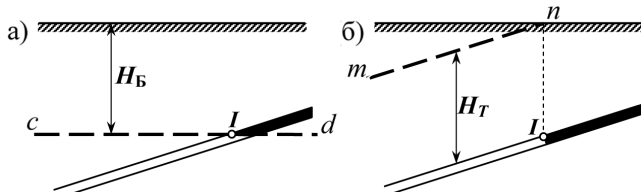


Рис. 2. Определение границы безопасного ведения горных работ под водным объектом посредством НБ (а) и посредством НТ (б): cd – горизонт безопасной глубины; mn – верхняя граница ЗВТ; I – граница безопасного ведения горных работ по пласту

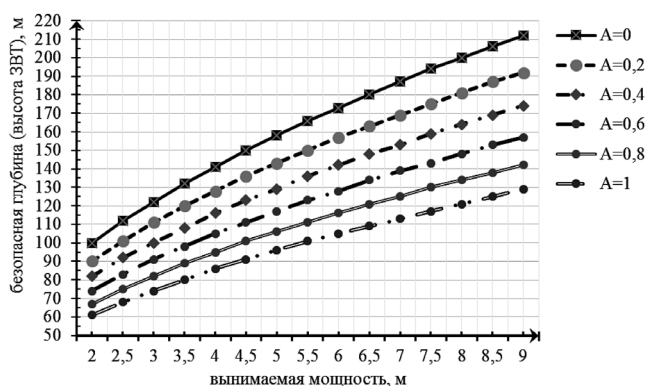


Рис. 3. Графики соотношений высот ЗВТ и вынимаемых мощностей угля при содержании пород: алевролитов и аргиллитов (в долях от подрабатываемой толщи)

может быть учтено путем подстановки в формулы для расчета безопасной глубины вместо вынимаемой мощности пласта так называемую эффективную мощность.

График, построенный на базе использования формулы (1), показывает отношение между высотой ЗВТ и вынимаемой мощностью с учетом содержания алевролитов, аргиллитов в долях от подрабатываемой толщи (рис. 3).

Месторождение Нуйбео считается крупнейшим в своем регионе. Плотность геологоразведочных работ до отметки -300 м обеспечивает достижение уровня подробной разведки. Во многих районах месторождения, при отработке карьеров достигнут уровень эксплуатационной разведки, при которой горизонты «-300» ÷ «-500» обеспечены детальной разведкой угленосной толщи. По оценочным результатам в месторождении Нуйбео с суммарными геологическими запасами угля – 68 532 970 т, запасы угля под карьером составляют 19 394 000 т (28,30%), а запасы угля вблизи карьера составляют 17 655 000 т (25,69%) [1, 2].

Месторождение Нуйбео имеет 7 пластов в разработанном контуре: 13, 11, 10, 9, 7, 6, 5. В том числе –

6 промышленных пластов (13, 11, 10, 9, 7, 6), из которых 5 пластов необходимо разрабатывать подземным способом: 11, 10, 9, 7, 6. Средняя мощность пластов 2,29–7,31 м, средний угол падения пластов 25–30°. Характеристики пластов приведены в таблице.

Месторождение Нуйбео разрабатывается открытым способом с объемом добычи 5 млн т/год; в восточном крыле отрабатывается 14-ый пласт с отметки -105 до поверхности, в западном крыле отрабатываются 13-ый и 14-ый пласты. Кроме того отработку запасов месторождения Нуйбео планируется закончить на отметке -135 в 2015 г. В течение эксплуатации открытым способом вскрышные породы перемешаются во внутренние отвалы до отметки +15. Приток воды в карьер месторождения Нуйбео составляет 4 млн м³/год.

По плану, вскрытие шахтного поля будет проводится вертикальными стволами до отметки -300 м. Промышленные запасы для подземной добычи составляют 51 101 003 т. Мощность шахты 2,0 млн т/год. Продолжительность эксплуатации месторождения 34 года, в том числе срок строительства 4 года. Период с объемом проектной добычи

Структура и мощность угольных пластов [2]

П/п	Наименование	Мощность (м) Max – Min	Угол (град) Min – Max	Расстояние между пластами (м)
		Med	Med	
1	Пл. 13	12,6 – 0,77	15 – 30	60
		4,02	25	
2	Пл. 11	19,44 – 0,64	5 – 55	65
		5,58	20	
3	Пл. 10	17,58 – 0,8	5 – 55	80
		5,10	25	
4	Пл. 9	14,58 – 0,77	8 – 65	55
		4,56	27	
5	Пл. 7	21,47 – 0,8	5 – 55	80
		7,31	30	
6	Пл. 6	5,99 – 0,8	5 – 55	60
		2,29	28	



Рис. 4. Геологический разрез месторождения Ну́йбео

составляет 23 года, а 7 лет – это время вплоть до окончания эксплуатации запасов месторождения. В настоящее время на месторождении Нуйбео начинают проводить вскрышные работы.

Расчеты, выполненные с учетом данных геологического разреза (рис. 4) месторождения Нуйбео показали следующее: 10-ый пласт – первый пласт, разрабатываемый подземным способом, располагается ниже дна карьера на 90 м. Содержание здесь алевролитов и аргиллитов в долях от подрабатываемой толщи: $A = 0,4$. Средняя мощность пластов $m = 7,5$ м.

Таким образом, отработка на полную мощность пластов в этом случае не обеспечивает безопасность. Для уменьшения безопасной глубины могут применяться специальные методы, позволяющие уменьшить высоту ЗВТ над выработанным пространством. Такими методами являются в частности выемка пласта на неполную мощность либо его выемка с применением закладки.

При выемке пласта на неполную мощность максимальная вынимаемая мощность, определенная по формуле (3), составит в этом случае: $m_H = 2,2$ м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нгуен Ань Туан. Проект инвестиций строительства шахты Нуйбео. – Ханой, 2010.
2. Фунг Мань Дак. Исследование и выбор технологического-технических решений для разработки угольных пластов, залегающих под защищаемыми объектами. – Ханой, 2011.

3. Гусев В.Н. Маркшейдерское обеспечение безопасности горных работ. – СПб., 2013.

4. Правила Охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – СПб., ВНИМИ, 1998. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ковалев Олег Владимирович – доктор технических наук, профессор, e-mail: spggi4@mail.ru, Хоанг Д.Н. – аспирант, e-mail: ngochoangimsat@gmail.com, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

UDC 622.831

MEASURES FOR EXPLOITATION SLOPE COAL SEAMS UNDER OPEN PIT MINE IN CONDITIONS OF THE NUMBEO MINING IN VIETNAM

Kovalev O.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: spggi4@mail.ru, National Mineral Resource University «University of Mines», Saint-Petersburg, Russia, Khoang D.N., Graduate Student, e-mail: ngochoangimsat@gmail.com, National Mineral Resource University «University of Mines», Saint-Petersburg, Russia.

The article presents calculation method for some factors for safe underground mining of coal reserves located under water objects. Besides determination safe depth of mining in the geological conditions of the Nuibeo mining in Vietnam is done.

Key words: exploitation under water objects; Nuibeo deposit; Nuibeo underground mine; exploitation under open pit mine.

REFERENCES

1. Nguen An' Tuan. *Proekt investitsii stroitel'stva shakhty Nuibeo* (Investment project construction Nuibeo underground mining), Hanoi, 2010.
2. Fung Man' Dak. *Issledovanie i vybor tekhnologo-tekhnicheskikh reshenii dlya razrabotki ugol'nykh plastov, zalegayushchikh pod zashchishchaemyimi ob'ektami* (Research and selection of technological and technical solutions for exploitation the coal seams under the objects, which need to defend), Hanoi, 2011.
3. Gusev V.N. *Marksheiderskoe obespechenie bezopasnosti gornykh rabot* (Surveying mine safety), Saint-Petersburg, 2013.
4. *Pravila Okhrany sooruzhenii i prirodnnykh ob'ektov ot vrednogo vliyaniya podzemnykh gornykh razrabotok na ugol'nykh mestorozhdeniyakh* (Rules for protection of structures and natural objects from the harmful effects of underground mining in coal deposits), Saint-Petersburg, VNIMI, 1998.