DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.011
УДК 622.272
© В.В. Иванов, П.В. Потапов, В.С. Зыков, В.В. Ивлюшкина, К.Ю. Матвеев, 2019

В.В. ИВАНОВ
д-р техн. наук, профессор,
ведущий научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово,
e–mail: v.ivanov@nc-vostnii.ru

П.В. ПОТАПОВ
канд. техн. наук,
заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово,
e–mail: potapov1953@list.ru

В.С. ЗЫКОВ
д-р техн. наук, профессор,
зам. генерального директора
по научной работе
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово,
e–mail: v.zykov@nc-vostnii.ru

В.В. ИВЛЮШКИНА
студент
КузГТУ, г. Кемерово
e–mail: ivlyuskinavv@gmail.com

К.Ю. МАТВЕЕВ
студент
КузГТУ, г. Кемерово
e–mail: sdfff.1997@mail.ru

О СВОЙСТВАХ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА КАК ВОЛНОВОДА ПРИ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МАССИВОВ И УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МАССОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВОВ

В настоящей статье приводятся данные о волноводных свойствах угольного массива при полном внутреннем отражении сейсмических волн от промышленных взрывов на границе раздела угольного пласта и вмещающих пород. Рассматривается вопрос об устойчивости подготовительных выработок, расположенных вблизи мест взрывов. Показывается, что для обеспечения устойчивости выработок необходимо учитывать длину сейсмической волны (ее первой гармоники), при длине волны меньше размеров выработки нужно применять ее дополнительное крепление даже при больших временах замедления в серии взрывов.

Ключевые слова: СЕЙСМИЧЕСКАЯ ВОЛНА, ПРОМЫШЛЕННЫЙ ВЗРЫВ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА, УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫРАБОТКИ, КРЕПЛЕНИЕ.

Проведение промышленных взрывов вблизи подготовительных выработок при открыто–подземной разработке угольных пластов часто приводит к разрушению их крепи, вывалам пород, даже на расстояниях от места взрыва, которые считаются безопасными в соответствии с правилами безопасности проведения взрывов. Поэтому необходимо учитывать особенности распространения сейсмической волны от взрыва в угольном массиве. Так как сейсмические волны небольшой длины подобны световым, к ним применимы законы геометрической оптики [1]. При падении сейсмической волны на границу раздела угля и вмещающих пород происходит ее отражение и преломление. В этом случае доля отраженной энергии тем больше, чем больше разница удельных волновых сопротивлений пород и угля (произведение плотности пород на скорость распространения волны). При этом происходит расщепление волны на продольную и поперечную волны. С ростом расстояния от источника взрыва увеличивается угол падения волны на границу раздела угля и вмещающих пород. При увеличении угла падения наступает момент, когда происходит полное внутреннее отражение продольной волны ($\theta_{кр1}$), момент, при котором отсутствует преломленная продольная волна во вмещающих породах. При дальнейшем увеличении угла падения наступает полное внутреннее отражение и поперечной волны ($\theta_{кр2}$). Это явление изображено на рисунке 1. При последующем увеличении расстояния от источника взрыва (угла падения) сейсмические волны будут распространяться только по угольному пласту. Таким образом, угольный пласт является своеобразным волноводом для сейсмической волны от промышленного взрыва, поскольку большая доля сейсмической энергии взрыва распределяется в угольном пласте. Именно по этой причине необходимо учитывать данное явление при рассмотрении вопроса об устойчивости подготовительных выработок, проведенных по угольному пласту вблизи мест промышленных взрывов.

Большое значение имеет и то обстоятельство, что в спектрах отраженных волн имеются близкие частоты (см. далее), поэтому наложение волн близких частот приводит к образованию стоячих волн в угольном пласте. При этом амплитуда колебаний возрастает многократно, что может приводить к разрушению подготовительных выработок, проведенных в угольном пласте.

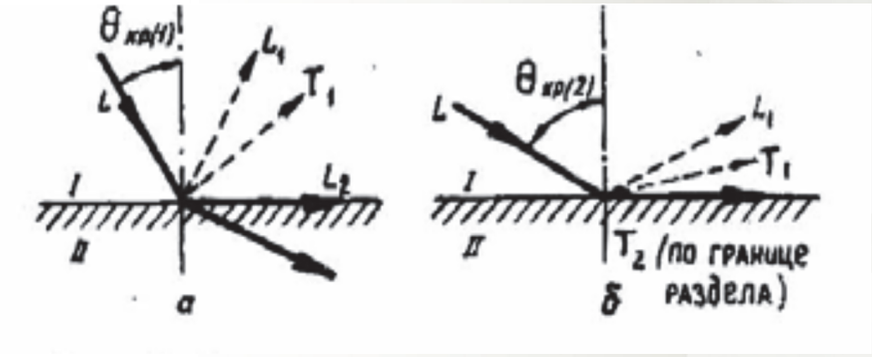

Рис. 1. Явление полного внутреннего отражения сейсмической волны от границы раздела угля (I) и вмещающих пород (II): а) для продольных волн; б) для поперечных волн

На рисунке 2 приведены амплитудно–частотные характеристики волны от промышленного взрыва на разных расстояниях от источника взрыва.

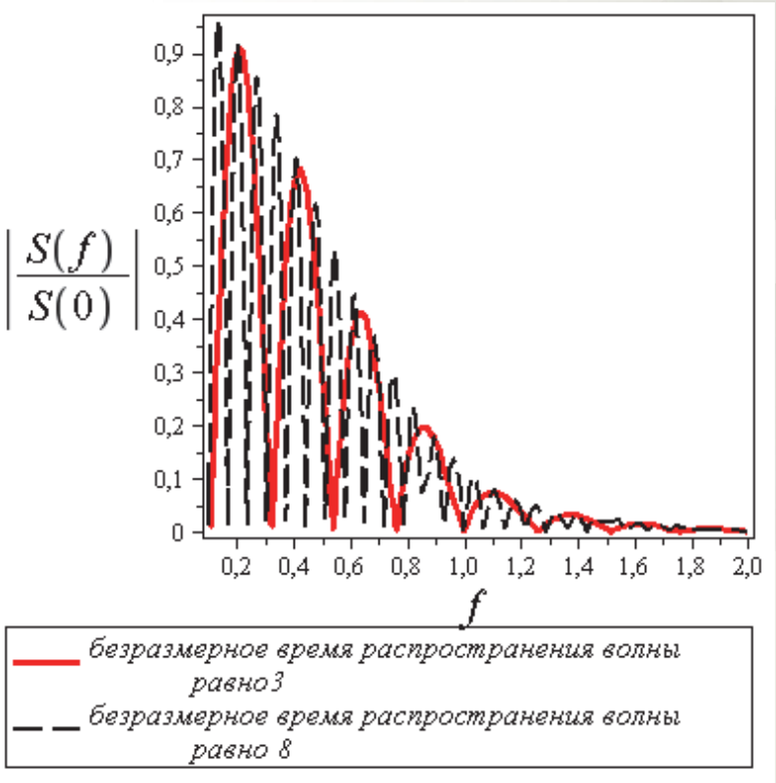

Рис. 2. Спектр сейсмической волны от промышленного взрыва на разных расстояниях от источника взрыва

Как видно из приведенного рисунка, с увеличением расстояния от источника взрыва спектр сейсмических волн смещается в область низких частот, т. е. больших длин волн, однако рост длины волны основной гармоники на больших расстояниях от источника незначителен. Во многих случаях при распространении сейсмической волны в угольном массиве длины волн не превышают 100–200 метров, что сравнимо с размерами выработок. Это означает, что на длине самой подготовительной выработки укладывается несколько длин волн, что отрицательно отражается на ее устойчивости при промышленных взрывах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямщиков В.С. Ультразвуковые и звуковые методы исследования горных пород. М: Изд–во московского института радиоэлектроники и горной электромеханики, 1964. 70 с.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.011
UDC 622.272
© V.V. Ivanov, P.V. Potapov, V.S. Zykov, V.V. Ivlyushkina, K.Yu. Matveev, 2019

V.V. IVANOV
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Leading Researcher
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e–mail: v.ivanov@nc-vostnii.ru

P.V. POTAPOV
Candidate of Engineering Sciences,
Laboratory Head
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e–mail: potapov1953@list.ru

V.S. ZYKOV
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Deputy Director General for Science
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e–mail: v.zykov@nc-vostnii.ru

V.V. IVLYUSHKINA
Student
KuzGTU, Kemerovo
e–mail: ivlyuskinavv@gmail.com

K.YU. MATVEEV
Student
KuzGTU, Kemerovo
e–mail: sdfff.1997@mail.ru

PROPERTIES OF THE COAL SEAM AS A WAVEGUIDE WHEN OPEN–UNDERGROUND MINING OF COAL AND THE STABILITY OF DEVELOPMENT WORKINGS DURING MASS INDUSTRIAL EXPLOSIONS

In this article provides data on the waveguide properties of a coal array with full internal reflection of seismic waves from industrial explosions at the boundary line of a coal seam and adjacent strata. The question of the stability of preparatory works located near scene of blast. It is shown that to ensure the sustainability of the workings, if the wavelength is smaller than the size of the working, it is necessary to apply its additional fastening even at large deceleration times in a series of explosions.

Keywords: EARTH WAVE, INDUSTRIAL EXPLOSION, DEVELOPMENT WORKING, STABILITY OF DEVELOPMENT, BRACING.

REFERENCES

1. Yamshchikov V.S. Ultrasonic and sound methods for the research of rocks. M: Publishing House, Moscow Institute of Radio Electronics and Mining Electromechanics, 1964. 70 p. (In Russ.).