

УДК 622.839.45:622.235

М.Ю. Насонов

**ОЦЕНКА РОСТА ТРЕЩИН В МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯХ
ЭКСКАВАТОРОВ ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ
РАБОТ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА**

Особенностью работы металлоконструкций экскаваторов является циклический характер их нагружения. К таким нагрузкам относятся рабочие, температурные, а также сейсмические нагрузки, возникающие при проведении взрывных работ.

При подготовке на разрезах скальных пород к экскавации производятся массовые взрывы, в основном мощностью 15÷70 т, однако масса взрывчатого вещества в отдельных случаях может достигать 500 т и более [1]. Частота проведения взрывов на разрезах колеблется в широких пределах и может достигать 100÷300 раз в год [1]. Из них число взрывов, проводящихся в непосредственной близости от конкретного экскаватора, как правило, не превышают 12÷24, то есть выполняются 1÷2 раза в месяц.

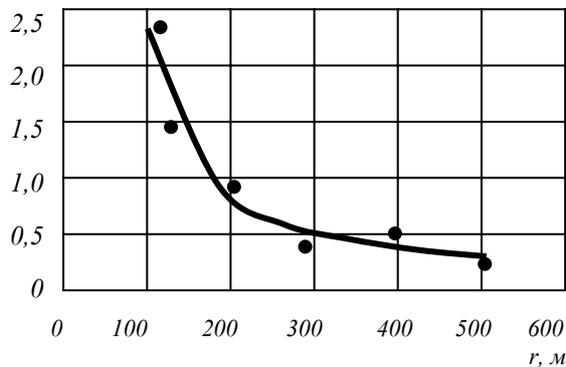
В соответствии правилами эксплуатации экскаваторы перед проведением взрывных работ должны отводиться на расстояние 100÷300 м от края взрываемого блока. Такое расположение экскаваторов при взрывах является пограничным между ближней и дальней сейсмическими зонами. Несмотря на то, что взрывы в непосредственной близости от экскаватора производятся относительно редко, их влияние на прочность и долговечность металлоконструкций при наличии трещин значимо.

При взрывах возникают сейсмические волны различного типа: поверхностные и объемные. Наибольшее влияние на объекты, находящиеся на поверхности, оказывают поверхностные волны. Они подразделяются на продольные, волны Релея, волны Лява, поперечные волны и так далее. При взрывах происходит колебание почвы и, следовательно, расположенных на ней объектов в различных направлениях, особенно они сильны в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Исследования сейсмического действия промышленных взрывов на объекты в России проводились и проводятся весьма широко [2, 3, 4, 5]. Несмотря на это, вопрос о характере влияния и интенсивности воздействия сейсмических волн на экскаваторы остается.

При проведении экспериментальных работ на разрезах Кузбасса в качестве объектов исследования были приняты экскаваторы ЭШ 13/50 и ЭКГ 12,5. Масса взрывчатого вещества при проведении взрывных работ изменялась от 70 до 300 т, расстояние от края взрываемого блока до экскаваторов составляло 100÷500 м. Для определения деформаций и напряжений использовались тензорезисторы различного типа, которые наклеивались на стреле экскаватора, его настройке, поворотной платформе,

$a, \text{ м/с}^2$



опорной базе и ходовой тележке. Для регистрации сигнала от тензорезистора применялись тензоусилитель "Топаз 3" и шлейфовый осциллограф Н-117.

В результате анализа полученных осциллограмм установлено, что наиболее опасными являются горизонтальные сварные швы поворотной платформы, опорной базы и ходовой тележки.

Для определения влияния расстояния от взрываемого блока до экскаватора на ускорения колебания почвы использовались сейсмоприемники СПМ-16. Результаты исследований приведены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что с увеличением расстояния местоположения экскаватора от 100 до 500 м при одинаковой мощности заряда 70 т уменьшается с 2,3 до 0,3 м/с^2 .

Для определения ускорения колебания почвы была получена эмпирическая формула

$$a = 960 Q^{0,85} / r^2,$$

где a – ускорение движения грунта, м/с^2 ; Q – величина заряда, т; r – расстояние до экскаватора, м.

Варьирование мощностей заряда показало, что при сейсмическом воздействии взрывов от приведенной массы заряда $0,04 \text{ т}^{1/3}/\text{м}$ в металлоконструкциях экскаваторов возникают

Рис. 1. Зависимость ускорения от расстояния r при мощности заряда $C = 70 \text{ т}$

до 15 колебаний напряжений с максимальной амплитудой 40 МПа, величина которой возрастает в 1,3 раза с увеличением приведенной массы в 2 раза.

Учитывая импульсный (ударный) характер нагрузки были проведены лабораторные испытания стале-лей ВСтЗсп5, 09Г2С и 10ХСНД и их сварных соединений на статическую и динамическую трещиностойкость.

Эксперименты по определению параметров статической трещиностойкости проводили на гидравлической разрывной машине ГРМ-1.

При определении динамической трещиностойкости использовался специальный вертикальный копер, представляющий собой сквозную решетчатую колонну высотой 3 м.

Для экспериментов использовались образцы с боковым пропилом и выраженной трещиной. При проведении эксперимента используемый образец вертикально устанавливался на нижней платформе копра, в прорезь которого вставлялся клин. На клин с различной высоты по направляющим сбрасывался груз. При этом трещина либо не меняла своей длины, либо скачкообразно подрастала на разную величину в зависимости от высоты падения груза.

Для определения момента страгивания трещины и скорости ее развития на образец наклеивались специальные тензорезисторы с разрывающимися нитями по мере прохождения трещины. Для регистрации сигналов тензорезисторов использовался осциллограф.

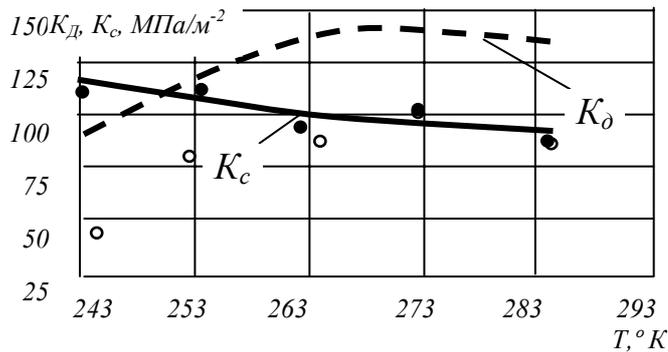
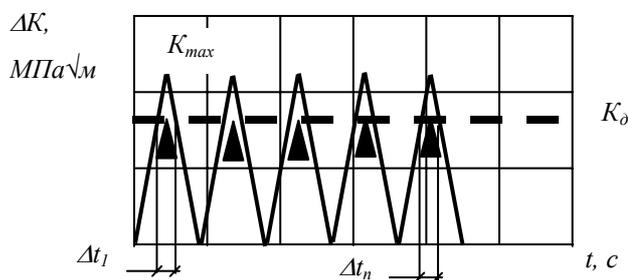


Рис. 2. Зависимости динамической трещиностойкости (K_d) и статической трещиностойкости (K_c) стали ВСт3сп5 от температуры испытания (T) при толщине листа $\delta = 20$ мм

Рис. 3. График изменения действия ΔK в зависимости от времени



Испытания проводились при температурах от с 293° К до 243°, соответствующих условиям эксплуатации экскаваторов.

Эксперименты позволили определить динамический коэффициент интенсивности напряжений K_d , соответствующий моменту спонтанного развития трещины, скорость роста трещины и критический коэффициент интенсивности напряжений K_c при статических испытаниях в зависимости от температуры испытания. Результаты испытаний для стали ВСт3сп5 приведены на (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что с понижением температуры с 273° К до 243° К динамический КИН (K_d) уменьшался в 1,6 раза, в то же время K_c возрастал.

Скорость роста трещины зависела от температуры испытания и менялась

в пределах от 20 м/с до 80 м/с при изменении температуры от 273° К до 243° К.

Для расчета удлинения трещины в металлоконструкциях экскаватора при импульсном воздействии взрыва по полученным данным строился график изменения КИН в вершине трещины в процессе взрыва (рис. 3). С помощью этого графика определялось время превышения максимального значения КИН (K_{max}) в размахе КИНа (ΔK) над динамическим КИНОм (K_d). Время спонтанного развития трещины находилось сложением его составляющих Δt_n . Приращение длины трещины определялось умножением этого времени на определенную скорость роста трещины.

Установленные в результате испытаний значения динамического коэффициента интенсивности напряжений, скорости развития трещины и приращения длины трещины при импульсном действии взрывов позволили производить оценку долговечности металлоконструкций экскаваторов при проведении взрывных работ на угольных разрезах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богацкий В.Ф.* Охрана инженерных сооружений и окружающей среды от вредных воздействий промышленных взрывов. /В.Ф. Богацкий, А.Г. Фридман. – М.: Недра, 1982. 161 с.
2. *Медведев С.В.* Сейсмика горных взрывов. /М.: Недра. 1964. 188 с. *Богацкий В.Ф.* Сейсмическая безопасность при взрывных работах. – М.: Недра, 1978. 158 с.
3. *Богацкий В.Ф.* Сейсмическая безопасность при взрывных работах. – М.: Недра, 1978. 158 с.
4. *Сафонов Л.В.* Сейсмический эффект взрывов скваженных зарядов. – М.: Наука. 1967.
5. *Пестряков В.А.* О сейсмической безопасности экскаваторов на открытых разработках полезных ископаемых. \ Горный журнал, 1979, № 2, с. 48-50. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Насонов М.Ю. – кандидат технических наук, доцент, Кузбасский ГТУ.

Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.Л. Петров.*



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ им. И.В. ТАНАНАЕВА			
ВОРОНИНА Надежда Викторовна	Развитие и функционирование микро-организмов в цикле обогащения апатит-нефелиновых руд с использованием оборотного водоснабжения	25.00.36	к.т.н.