

## СЕЙСМОМОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ

© 2011 Н.Н. Гриб, Г.В. Гриб

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета,  
г. Нерюнгри

Поступила в редакцию 13.05.2011

Из анализа результатов сейсмомониторинговых исследований в Южной Якутии следует, что техногенное воздействие на геологическую среду трансформировалось в самостоятельный локальный сейсмический процесс. Под действием массовых взрывов образовалась новая активная тектоническая структура, к которой приурочено 165 из 211 землетрясений, произошедших в радиусе 35-ти км от Нерюнгринского разреза. Таким образом, импульсные нагрузки на геологическую среду привели к модификации режима локальной сейсмичности.

Ключевые слова: *массовые взрывы, геологическая среда, активные разломы, сеймотектонический процесс, энергия землетрясений*

За последние 30 лет освоение полезных ископаемых Южной Якутии связано с наращиванием мощности горнодобывающих предприятий. Как следствие недр Южно-Якутского каменноугольного бассейна испытывали все более нарастающие воздействия мощных массовых взрывов, производимых на горнодобывающих предприятиях бассейна. Периодические импульсные нагрузки на геологическую среду при производстве массовых взрывов оказывают прямое и косвенное воздействие на верхнюю часть земной коры. Прямое воздействие осуществляется за счет непосредственного влияния нелинейных смещений, вызванных взрывной волной и образованием новых нарушений. Косвенные воздействия – за счет активизации структурных элементов на геологических контактах. Дезинтеграция горных пород с повышением водопроницаемости при насыщении микротрещин флюидами может привести к процессам асейсмического течения по активизированным структурам, а значит, к перераспределению энергии землетрясений в сторону более слабых. С другой стороны на «сухих» ослабленных структурах возможно увеличение наклона графика повторяемости закона Гутенберга - Рихтера, а значит приближение времени сильного сейсмического события с несколько меньшей энергией с одной стороны, появлению новых очагов землетрясений с перераспределением напряженно деформированного состояния среды – с другой [1].

**Цель работы:** добиться некоторой ясности в вопросах, связанных с оценкой степени влияния импульсные нагрузки на уровень сейсмичности в Южно-Якутском регионе.

*Гриб Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры горного дела. E-mail: grib@nfygu.ru*  
*Гриб Галина Владиславовна, заведующая лабораторией мониторинга и прогноза сейсмичности. E-mail: nss@neru.sakha.ru*

Исследования проводились в зоне с радиусом 100 км вокруг карьерного поля разреза «Нерюнгринский» расположенного северо-западной г. Нерюнгри. Карьерное поле разреза пересекается двумя сопряженными активизированными разломами: Амунакта-Муастахским и Нижнее-Нерюнгринским (рис. 1). Современная активность данных тектонических структур подтверждена при производстве детальных геолого-геофизических исследований в Южной Якутии [2, 3], а также приуроченностью к ним серии мелких местных землетрясений 7-11-х классов. Техногенное воздействие на геологическую среду следует рассматривать как дополнительный энергетический фактор. Радиус учета его влияния на геологическую среду определяется структурой среды и масштабом внешнего воздействия, с увеличением объема взорванной горной массы вероятность возникновения сейсмособытий увеличивается [1], а длительность влияния определяется её упруго-пластичными свойствами.

Для оценки степени влияния промышленных взрывов на природную сейсмичность в ближней зоне ( $1^0 \times 1^0$ ) был произведен расчет высвобожденной энергии по годам. Среднее значение энергии с 1962 по 2005 гг. по линейному тренду меняется незначительно. Распределение энергии имеет вид случайной стационарной функции (рис. 2).

Для оценки степени влияния промышленных взрывов на природную сейсмичность в ближней зоне ( $1^0 \times 1^0$ ) был произведен расчет высвобожденной энергии по годам. Среднее значение энергии с 1962 по 2005 гг. по линейному тренду меняется незначительно. Распределение энергии имеет вид случайной стационарной функции (рис. 2). Такой результат может свидетельствовать о том, что массовые взрывы в исследуемый период не оказывали существенного влияния на общий энергетический баланс сеймотектонического процесса на энергетическом

уровне  $\geq 10^{12}$  Дж. Стационарность сейсмотектонического процесса (рис. 2) не означает, что воздействие массовых взрывов не может привести к сильной триггерной сейсмической активности, сопоставимой по энергетическим параметрам с

естественной сейсмичностью. Так 6 июля 1990 г. произошло землетрясение в 20 км северо-западнее Нерюнгринского угольного разреза (НУР) (56,83СШ, 124,42ВД) с  $K=11,4$ , которое приходится на пик интенсивности взрывных работ.

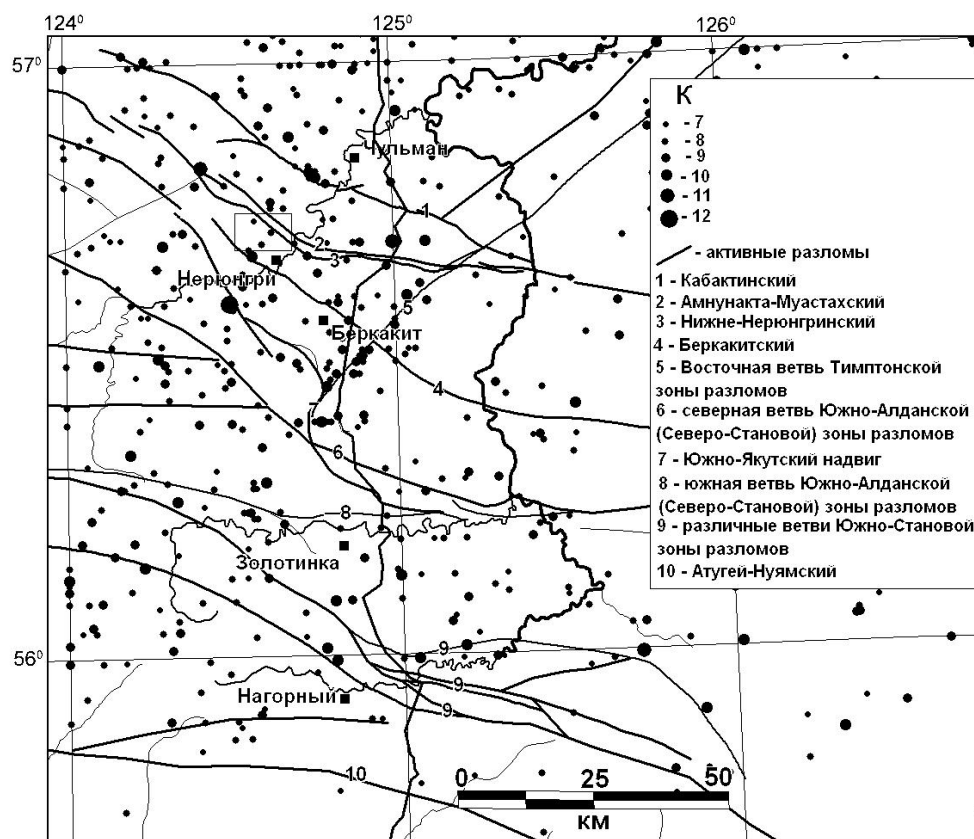


Рис. 1. Активные разломы и сейсмичность Южной Якутии: □ - карьерное поле Нерюнгринского угольного разреза

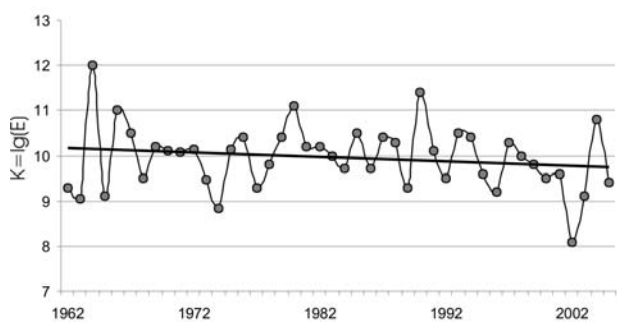


Рис. 2. Изменение суммарной энергии землетрясений в ближней зоне Нерюнгринского разреза за период 1962-2005 гг.

Для исследования закономерностей наведенной сейсмичности в зоне открытых горных работ рассматривались материалы 5-ти летних мониторинговых наблюдений Нерюнгринской сейсмостанции (НСС). За данный период зарегистрировано 346 землетрясений и более 500 взрывов в среднем 6-го энергетического класса. Пространственное распределение взрывов и землетрясений

представлено на рис. 3. Можно заметить, что положение эпицентров очагов землетрясений имеет выраженную тенденцию приуроченности к местам производства массовых взрывов.

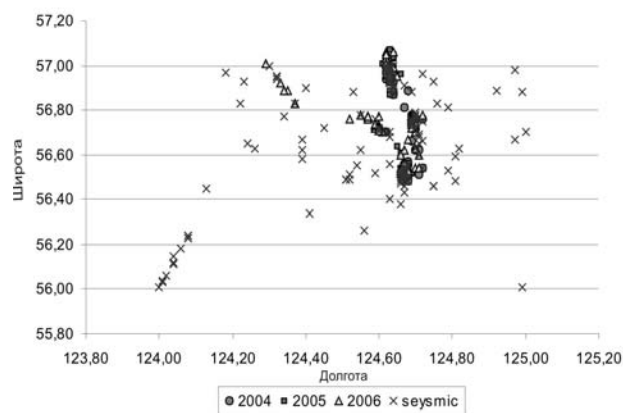


Рис. 3. Пространственное распределение пунктов взрывов и эпицентров слабых землетрясений ( $K < 7$ ) вблизи карьерного поля Нерюнгринского разреза

Качественное сопоставление эпицентров землетрясений и взрывов показывает неразличимость их в пределах технологической площадки Нерюнгринского разреза. Количественное сопоставление по результатам за 2004 г. показало, что из 80 зарегистрированных событий 35 (43%) произошли сразу, или через несколько часов после взрыва, оставшиеся 57% – в течение суток. Очаги землетрясений либо приурочены к пункту взрыва, либо располагаются северо-западнее карьерного поля. Таким образом, в 35-ти км зоне от НУР расположение эпицентров землетрясений в плоскости сохраняет преимущественное распределение в течение 5 лет мониторинговых исследований. В данном случае можно говорить о локальной тектонической активизированной структуре.

Дополнительный анализ по результатам мониторинга за 2004-2007 гг. показал, что из 211 зарегистрированных землетрясений в ближней зоне (квадрат  $-1^0 \times 1^0$ ) 165 произошли в течение суток после взрывов, причем вблизи технологической площадки зарегистрировано 43 события. В рамках принятых ограничений можно заметить, что техногенное воздействие на среду трансформировалось в самостоятельный локальный сейсмический процесс. Иными словами, под действием массовых взрывов инициировался локальный поток сейсмических событий. Это означает, что либо появилась новая активная тектоническая структура, к которой приурочено 165 из 211 землетрясений (78%), произошедших в радиусе 35-ти км от Нерюнгринского разреза, либо активизировался локальный участок Амнунакта-Муастахского и Нижне-Нерюнгринского активных разломов (рис. 1). Следовательно, малоэнергетические импульсные нагрузки на геологическую среду привели к пространственному перераспределению очагов малоэнергетических ( $K < 7$ ) землетрясений.

**Выводы:** нарастание техногенного давления на геолого-геофизическую среду приводит к необратимым явлениям в сейсмическом процессе. Эффекты техногенной коррекции сейсмичности проявляются в виде обновления тектонических структур и формирования по косвенным признакам новых локальных нарушений земной коры. Периодическая импульсная нагрузка верхней части земной коры модифицирует режим локальной сейсмичности, перераспределяет энергетику очагов землетрясений. Техногенные новообразования земной коры могут взаимодействовать с системой разломных структур, сформированных естественным сейсмотектоническим процессом. Это означает, что техногенная структура может проявить себя в виде очага будущего землетрясения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гриб, Н.Н. Изучение влияния промышленных взрывов на сейсмический фон Южной Якутии / Н.Н. Гриб, С.В. Трофименко, Г.В. Гриб // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 72-75.
2. Овсяченко, А.Н. Зоны возможных очагов землетрясений и сейсмическая опасность Южно-Якутского региона / А.Н. Овсяченко, А.В. Марханов, П.С. Карасев и др. // Материалы международной научно-практической конференции 24-26 октября 2007 г. «Южная Якутия – новый этап индустриального развития». – Нерюнгри: Изд-во Технического института, 2007, в 2-томах. Т. 2. С. 46-58
3. Трофименко, С.В. Использование промышленных взрывов для мониторинга локальных структур и решения прямых и обратных задач геофизики / С.В. Трофименко, Н.Н. Гриб // Четвертый всероссийский симпозиум «Сейсмоакустика переходных зон». – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2005. С. 144-149.

## SEISMOMONITORING RESEARCH OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

© 2011 N.N. Grib, G.V. Grib

Technical Institute (branch) of the North-East Federal University, Neryngri

Analysing the results of seismic monitoring investigations in Southern Yakutiya it results in the fact that anthropogenic influence on geologic environment has transformed into self local seismic process. Under massive explosion affect a new active tectonic structure has appeared which is dealt with 165 from 211 earthquakes happening in the radius of 35 kilometers away from Nerungri pitfall. Thus impulsive loading on geologic environment results in local seismicity modification.

Key words: mass explosions, geological environment, active breaks, seismotectonic process, energy of earthquakes

Nikolay Grib, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Mining Department. E-mail: grib@nfygu.ru  
Galina Grib, Chief of the Monitoring and Seismic Forecast Laboratory. E-mail: nss@neru.sakha.ru