

УДК 622.271.63; 622.236.73

Ю.А. Мамаев, Н.П. Хрунина

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНЫХ
ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ВОДОНАСЫЩЕННЫЕ ПЕСКИ ВСКРЫТЫХ
УЧАСТКОВ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ С УЧЕТОМ
УСРЕДНЕННОЙ РАВНОВЕСНОЙ ПЛОТНОСТИ
И СЖИМАЕМОСТИ СРЕДЫ**

Рассмотрен один из подходов к обоснованию оптимальности процесса ультразвукового воздействия на водонасыщенные пески вскрытых участков золотоносных россыпей с учетом усредненной равновесной плотности, изменения эффективной сжимаемости и волнового сопротивления среды. Выполнено уточнение параметров воздействия ультразвука на водонасыщенные пески, содержащие мелкое и тонкое золото.

Ключевые слова: параметры звукового воздействия, водонасыщенные пески, пульпа, гидросмесь, россыпи мелкого золота.

Семинар № 17

**U.A. Mamaev, N.P. Khrunina
FED RAS Mining Institute
COMPARATIVE ANALYSIS OF
OPTIMAL FACTORS OF INFLUENCE
ON SATURATION WATER SANDES IN
OPEN PARTS OF GOLD DEPOSITS
WITH TAKING INTO ACCOUNT
AVERAGE OUT BALANCE OUT AND
TO PRESS OF THE MEDIUM**

Considered one the way on the substantiation optimal of the process of supersonic influence on saturation water sandes in open parts of gold deposits with taking into account average out balance out change efficacious to pressed and waving of resistance of the medium. Be discharge more precise characteristics of influence supersonic on saturation water sandes, containing fine gold.

Key words: sound exposure parameters, saturated sand, pulp, hydraulic fluid, shoaly placer gold.

Наличие золотоносных россыпей Приамурья с весьма высоким содержанием мелкого золота (до 90% частиц золота размером менее 500мкм) инициирует поиск новых

подходов к решению задачи по эффективному разупрочнению и деформации водонасыщенной песчано-глинистой породы россыпей. При этом эффективность деформации зависит от метода воздействия, физических параметров инициирования процесса, физико-механических и структурно-механических свойств и состояния песков. Влияние вида напряженного состояния на прочность зависит не только от плотности сложения дисперсной породы, но и от направления нагружения и цикличности процессов сжатия и растяжения [1, 2]. Согласно Ямшикову В. С. при акустическом воздействии в насыщенных горных породах увеличивается относительная скорость фильтрации. Это увеличение можно объяснить капиллярным эффектом, вовлечением в струйное движение пристеночного слоя жидкости при ламинарном течении, увеличением интенсивности вихревого движения.

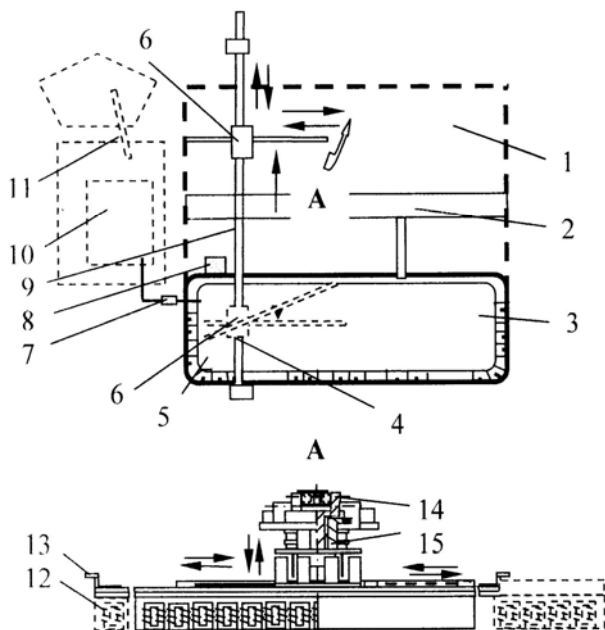


Рис. 1. Геотехнологический комплекс: 1 - зона звукового воздействия на уплотненный участок вскрытой россыпи; 2 - водозаводная канава, зона воздействия на водонасыщенные участки россыпи; 3 - зумповый накопитель; 4 - эстакада; 5 - зона для формирования мелкой фракции; 6 - система ультразвукового излучения; 7 - система напорного гидротранспортирования; 8 - функциональный блок; 9 - ультразвуковое устройство; 10 - перерабатывающий комплекс; 11 - система отвалообразования пустой породы; 12 - система ультразвуковых излучателей; 13 - датчики фиксации физико-механического состояния песков; 14 - подвижная каретка для продольного перемещения модуля ультразвукового излучения вдоль поперечины эстакады; 15 - поворотный модуль ультразвукового излучения

При вскрытии россыпи краевые ее зоны (рис. 1) подвергаются насыщению водой. На основе проведенных экспериментальных исследований по насыщению водой песчано-глинистой золотосодержащей породы россыпей Приамурья с пористостью 26, 33 и 40% получена зависимость показателя насыщения водой K (K - содержание влаги в массе слоя глины, %) от глубины слоя L (L - глубина от 0 до 0,01 м - первый слой, от 0,01 до 0,02 м - второй слой и т.д.). Продолжительность испытаний - 15 минут, дальнейшее насыщение водой замедляется. Расчетно-эмпирическим путем, по ГОСТу 21216.2-81, определено содержание влаги (K) в породе в процентах [3]. Насыщение водой краевых зон россыпи изменяет исходные физические параметры глинистых песков, снижает плотность и, соответственно - волновое сопротивление среды по сравнению с уплотненными песками.

Это может позволить осуществить снижение интенсивности излучения ультразвука в целях экономии энергоресурсов и одновременно повысить технологическую эффективность процесса дезинтеграции с помощью звука. Теоретические подходы к расчету распространения упругих волн в водонасыщенных и уплотненных песках существенно различаются [2, 4]. В 2008 году в ИГД ДВО РАН на основе численного метода проведен сравнительный анализ оптимальности ультразвукового излучения на водонасыщенные пески россыпей с разным типом дисперсности, пластичности и пористости по сравнению с уплотненными песками [3].

Однако в расчетах не были учтены изменения скорости звука, обусловленные сжимаемостью воды и песков. Это потребовало уточнения расчетов.

Исходными данными являлись: интервалы значений плотности песков

золотосодержащих россыпей с разным типом пластичности без водонасыщения, определенные экспериментальным путем: $(1,99-2,09) \cdot 10^3$ кг/м³ - слабопластичные, $(2,09-2,41) \cdot 10^3$ кг/м³ - среднепластичные, $(2,41-2,45) \cdot 10^3$ кг/м³ - высокопластичные; скорость звука при равновесном давлении в песках без водонасыщения для слабопластичных - 2000 м/с, среднепластичных - 2500 м/с и высокопластичных песков - 3000 м/с; частота ультразвукового излучения 25000 Гц. Определены эквивалентная плотность ρ_3 водонасыщенных золотосодержащих песков россыпей с учетом их пористости (26, 33, 40%) и глубины слоя насыщения водой (от 0,01 до 0,04 м), эффективная сжимаемость воды β_w , песков β_m и водонасыщенных песков β_3 , скорость звука c_3 при равновесном эффективном значении плотности песков ρ_3 , и равновесное значение волнового сопротивления песков ρ_3, c_3 [1, 2, 4].

Для сравнительного анализа параметров ультразвукового излучения на водонасыщенные золотосодержащие пески россыпей с учетом равновесной плотности среды и распространения волны по твердому использовался критерий волнового сопротивления (ρ_3, c_3) песков, константы Ламе λ, μ (μ соответствует модулю сдвига) и величины деформации S и смещения в усредненной среде. Так как амплитуда смещения $|u|$ частиц в звуковой волне зависит от величины деформации $|S|$ и длины волны L , а длина волны L зависит от скорости звука c и частоты f излучения, то амплитудные значения смещения $|u|$ и колебательной скорости частиц в звуковой волне в водонасыщенных участках массива зависят от изменения скорости звука [4]

$$\left| \frac{\partial u}{\partial t} \right| = 2\pi \cdot f |u| = 2\pi \cdot f \cdot (S \cdot L) / 2\pi = f(S \cdot c) / f = |S| \cdot c. \quad (1)$$

Пример расчета интенсивности звука при амплитуде деформации волны $|S| = 10^{-5}$ мв водонасыщенных слабопластичных золотосодержащих песках россыпей.

Исходные данные: частота ультразвукового излучения 25000 Гц; пористость песков 26%; глубина слоя 0,01 м; среднее содержание воды 15%; плотность песков без водонасыщения $(1,99-2,09) \cdot 10^3$ кг/м³; эквивалентная плотность водонасыщенных песков $(1,8415-1,926) \cdot 10^3$ кг/м³; эффективная сжимаемость скелета водонасыщенных песков $(0,126-0,12) \cdot 10^{-9}$ м²с/кг; сжимаемость для воды $0,44 \cdot 10^{-9}$ м²с/кг; эффективная сжимаемость влагонасыщенных песков $(0,173-0,168) \cdot 10^{-9}$ м²с/кг; расчетные интервалы скорости звука (минимальные и максимальные для исследуемых песков россыпей) - $(1,771 - 1,758) \cdot 10^3$ м/с, аналогично расчетные интервалы равновесного значения волнового сопротивления $(3,260 - 3,386) \cdot 10^6$ кг/м², табл. 1. Определяем длину волны для минимального значения эквивалентной плотности водонасыщенных слабопластичных песков $L = 1,127 \cdot 10^{-7}$ м, амплитуду смещения частиц в звуковой волне для этих песков $|u| = 1,127 \cdot 10^{-7}$ м и амплитуду колебательной скорости частиц (1). Для определения интенсивности волны I_3 , находим путем преобразований из формулы [4]

$$c_3 = [(\tilde{\lambda} + 2\mu) / \rho_3]^{1/2}$$

величину

$$(\tilde{\lambda} + 2\mu) = c_3^2 \cdot \rho_3 =$$

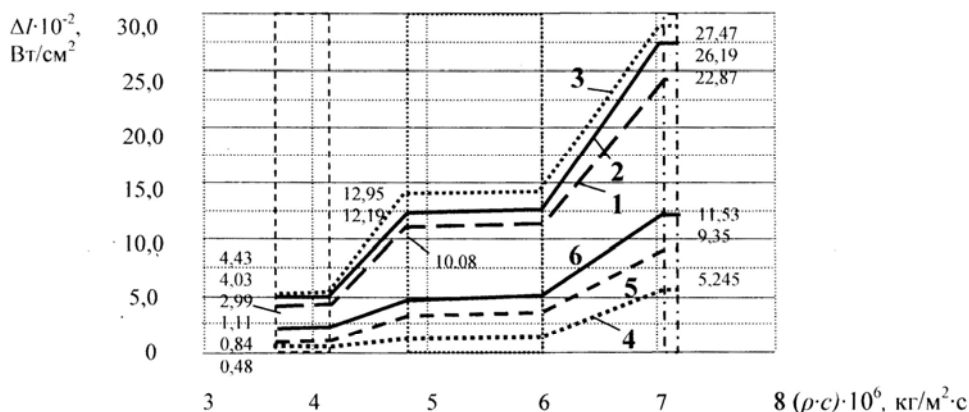
$$= (1,771 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,8415 \cdot 10^3 = 5,78 \cdot 10^9$$

и подставляем ее в формулу [4]

Таблица 1
Расчетные данные для водонасыщенных песков золотоносных россыпей при эффективной сжимаемости воды $\beta_v = 0,44 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2 \cdot \text{с}/\text{кг}$

Эквивалентная расчетная плотность водонасыщенных песков ρ_3 , 10^3 , кг/м ³	Эффективная расчетная сжимаемость скелета песков $\beta_r \cdot 10^{-9}$, м ² /с/кг	Эффективная расчетная сжимаемость влагонасыщенных песков $\beta_s \cdot 10^{-9}$	Расчетная скорость звука при равновесном эквивалентном значении плотности $c_s \cdot 10^3$, м/с	Интервалы расчетного равновесного значения волнового сопротивления водонасыщенных песков $(\rho_3, c_3) \cdot 10^6$, кг/м ² ·с
Пористость 26%, глубина слоя 0,01 м, среднее содержание воды 15%, $a_e=0,15$, $a_m=0,85$				
1,8415 - 1,926 «	0,126-0,12	0,173-0,168	1,771 - 1,758	3,26-3,386
1,926-2,198 #	0,08 - 0,07	0,134-0,125	1,968- 1,908	3,790-4,194
2,198-2,232*	0,046 - 0,045	0,105-0,104	2,082 - 2,075	4,576-4,631
Пористость 26%, глубина слоя 0,04 м, среднее содержание воды 1,5%, $a_e=0,15$, $a_m=0,9H5$				
1,975 - 2,074 «	0,126-0,12	0,131 -0,125	1,966- 1,964	3,883 -4,073
2,074 - 2,389 #	0,08-0,07	0,085 - 0,075	2,382 - 2,362	4,94 - 5,643
2,389-2,428*	0,046 0,045	0,052 - 0,051	2,837- 2,842	6,78 6,9
Пористость 33%, глубина слоя 0,01 м, среднее содержание воды 25%, $a_e=0,25$, $a_m=0,75$				
1,742 - 1,817«	0,126 0,12	0,204 0,2	1,677 - 1,659	2,921 - 3,014
1,817 - 2,057 #	0,08 - 0,07	0,17-0,16	1,799- 1,743	3,269 3,585
2,057 - 2,087*	0,046 - 0,045	0,14-0,14	1,863 - 1,850	3,832 - 3,86
Пористость 33%, глубина слоя 0,04 м, среднее содержание воды 3%, $a_e=0,03$, $a_m=0,97$				
1,960 - 2,057«	0,126-0,12	0,135-0,130	1,944 - 1,934	3,81 3,98
2,057 - 2,368 #	0,08 - 0,07	0,09 - 0,08	2,324-2,297	4,78 - 5,439
2,368 - 2,406*	0,046 - 0,045	0,058-0,057	2,698 - 2,700	6,389 6,496
Пористость 40%, глубина слоя 0,01 м, среднее содержание воды 30%, $a_e=0,30$, $a_m=0,70$				
1,693 - 1,763«	0,126-0,12	0,22-0,216	1,638- 1,62	2,773 - 2,856
1,763 - 1,987 #	0,08-0,07	0,188-0,181	1,737- 1,667	3,062 -3,312
1,987 -2,015*	0,046 - 0,045	0,164 0,163	1,752- 1,745	3,481 -3,516
Пористость 40%, глубина слоя 0,04 м, среднее содержание воды 4%, $a_e=0,04$, $a_m=0,96$				
1,950 2,046«	0,126 - 0,12	0,139- 0,133	1,921 - 1,917	3,746- 3,922
2,046 - 2,354 #	0,08 - 0,07	0,094 - 0,085	2,280-2,236	4,665 - 5,263
2,354 - 2,392*	0,046 - 0,045	0,062 0,061	2,618-2,618	6,163 6,262

Условные обозначения: тип пластичности песков /определенные экспериментальным путем минимальное и максимальное значение плотности песков в сухом состоянии: «-слабопластичные/(1,99-2,09)·10³ кг/м³; # - среднепластичные / (2,09-2,41)·10³ кг/ м³; * - высокопластичные / 2,41-2,45)·10³ кг/ м³



Диапазон исследуемых изменений волнового сопротивления песков: \square - слабопластичных; \square - среднепластичных; \square - высокопластичных

Рис. 2. Эффективность параметров ультразвукового излучения ΔI при воздействии на водонасыщенные участки разрабатываемой россыпи: 1, 2, 3 - при пористости 26; 33; 40% соответственно и глубине слоя 0,01 м; 4, 5, 6 - при пористости 26; 33; 40% соответственно и глубине слоя 0,04 м; $|S| = 10^{-5}$ м, частота излучения 25 кГц; расчет при распространении волны по твердому

$$I_s = \frac{1}{2}(\tilde{\lambda} + 2\mu) \cdot |S| \cdot \left| \frac{\partial u}{\partial t} \right| \quad (2)$$

Определяем начальный параметр интенсивности излучения I_s звука при распространении волны по твердой составляющей водонасыщенных **слабопластичных песков** при деформации $|S| = 10^{-5}$ м по формуле (2) с учетом изменения волнового сопротивления среды

$$I_s = \frac{1}{2}(\tilde{\lambda} + 2\mu) \cdot |S| \cdot \left| \frac{\partial u}{\partial t} \right| = \frac{1}{2} \cdot 5,78 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5} \times \\ \times 1,769 \cdot 10^{-2} = 5,11 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2 = \\ = 5,11 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/см}^2$$

Аналогично определяем начальные параметры интенсивности звука для **средне-пластичных и высокопластичных** золотосодержащих песков россыпей с различным влагонасыщением. Все полученные данные занесены в табл. 2.

Эффективность параметров ультразвукового излучения при воздей-

ствии на водонасыщенные участки массива золотосодержащих песков россыпей по сравнению с воздействием на уплотненную часть вскрытых неглубоких месторождений определяем как разницу между средним значением интенсивности (удельной мощности), необходимой для деформации одного уровня малости уплотненных песков I_{yc} и средним значением интенсивности для деформации того же уровня малости водонасыщенных песков I_{sc} ($I_{yc} - I_{sc} = \Delta I$), рис. 2.

При глубине слоя 0,01 м для деформации песков на величину пятого порядка малости (10^{-5} м) требуется гораздо меньше излучаемой энергии, чем на глубине слоя 0,04 м, кривые 1, 2, 3, рис. 2. Разброс разницы ΔI увеличивается с увеличением плотности, волнового сопротивления и пластичности песков. Аналогичные расчеты проведены по распространению звуковой волны по жидкой составляющей, которые подтвердили сопоставимость с

Таблица 2

Расчетные параметры ультразвукового излучения частотой 25 кГц на водонасыщенные золотосодержащие пески россыпей с учетом равновесной плотности среды и распространения волны по твердому

Начальные расчетные значения интервалов					
Расчетная скорость звука при равновесном эквивалентном значении плотности $c_s \cdot 10^3$, м/с ф. (6)	длины волны $L \cdot 10^{-2}$, м	амплитуд смещения частиц в звуковой волне $ u \cdot 10^{-7}$, м	амплитуд колебательной скорости частиц $\left \frac{\partial u}{\partial t} \right \cdot 10^{-2}$ м/с при деформации $ S = 10^{-5}$ м, ф. (7)	констант Ламе $(\lambda + 2\mu) \cdot 10^9$, кг/с ² - м	интенсивности звука $I_s \cdot 10^{-2}$ при деформации $ S = 10^{-5}$ м (0,01 нм), Вт/см ²
Пористость 26%, глубина слоя 0,01 м, среднее содержание воды 15%, $a_e=0,15$, $a_m=0,85$					
1,771 - 1,758	7,08- 7,03	1,127-1,119	1,769-1,757	5,78-5,95	5,11-5,23
1,968 1,908	7,87-7,63	1,253-1,215	1,967-1,907	7,46-8,00	7,34-7,63
2,082 - 2,075	8,33-8,3	1,326-1,322	2,082-2,075	9,53-9,61	9,92-9,97
Пористость 26%, глубина слоя 0,04 м, среднее содержание воды 1,5%, $a_e=0,015$, $a_m=0,985$					
1,966- 1,964	7,86-7,86	1,252-1,252	1,966-1,966	7,63-8,00	7,50-7,86
2,382 2,362	9,53-9,45	1,517-1,505	2,382-2,363	11,77-13,33	14,02-15,75
2,837 2,842	11,35-11,37	1,807-1,81	2,837-2,842	19,23-19,61	27,28-27,86
Пористость 33%, глубина слоя 0,01 м, среднее содержание воды 25%, $a_e=0,25$, $a_m=0,75$					
1,677 1,659	6,71-6,64	1,068-1,057	1,677-1,659	4,899-5,00	4,11-4,15
1,799- 1,743	7,2-6,97	1,146-1,11	1,799-1,743	5,88-6,25	5,29-5,45
1,863 1,850	7,45-7,4	1,186-1,178	1,862-1,849	7,14-7,14	6,65-6,66
Пористость 33%, глубина слоя 0,04 м, среднее содержание воды 3%, $a_e=0,03$, $a_m=0,97$					
1,944 - 1,934	7,78-7,74	1,239-1,232	1,945-1,934	7,41-7,69	7,21-7,44
2,324 - 2,297	9,3-9,19	1,481-1,463	2,325-2,297	11,11-12,49	12,91-14,34
2,698 2,700	10,79-10,8	1,718-1,720	2,697-2,700	17,24-17,54	23,25-23,68
Пористость 40%, глубина слоя 0,01 м, среднее содержание воды 30%, $a_e=0,30$, $a_m=0,70$					
1,638 1,62	6,55-6,48	1,043-1,032	1,637-1,620	4,54-4,63	3,72-3,75
1,737 - 1,667	6,95-6,67	1,107-1,062	1,738-1,667	5,32-5,52	4,62-4,60
1,752- 1,745	7,01-6,98	1,116-1,111	1,752-1,744	6,10-6,14	5,34-5,35
Пористость 40%, глубина слоя 0,04 м, среднее содержание воды 4%, $a_e=0,04$, $a_m=0,96$					
1,921 - 1,917	7,68-7,67	1,223-1,221	1,920-1,917	7,19-7,52	6,9-7,21
2,280 - 2,236	9,12-8,94	1,452-1,424	2,280-2,236	10,63-1 1,77	12,12-13,16
2,618 2,618	10,47-10,47	1,667-1,667	2,617-2,617	16,13-16,39	21,11-21,45

данными при расчете распространения волны по твердому. Сравнение величин эффективности ΔI , полученных в работе [3] без учета изменения скорости звука от сжимаемости воды и твердой составляющей песков, с уточненными данными в данной работе, показало рост величины эффективности ΔI в пять раз. Таким образом, учет усредненной равновесной плотности и сжимаемости среды, изменений скорости звука, обусловленных эффективной сжимаемостью воды и твердой составляющей песков, и, как следствие - волнового сопротивления **водонасыщенных** песков с разным типом пластичности, позволил уточнить параметр эффективности воздействия ультразвука на водонасыщенные пески и еще раз подтвердить существенную разницу между воздействием ультразвука на водонасыщенные пески и уплотненную часть высокоглинистых россыпей.

Дезагрегация глинистых золотосодержащих песков россыпей с мелким золотом посредством контактного ультразвукового воздействия на массив происходит гораздо интенсивнее на участках разуплотненных влагонасыщением и зависит от глубины слоя.

Для деформации одного уровня малости **слабопластичных** водонасыщенных и уплотненных песков требуются затраты энергии с небольшим изменением величин. Сравнение требуемой интенсивности излучения энергии звука между водонасыщенными и уплотненными **среднепластичными** песками показывает возрастающую разницу. Максимальная разница в затратах энергии получена при сравнении **высокопластичных** песков.

Выводы

1. Расчет величин интенсивности звукового излучения, необходимых для смещения частиц одного уровня малости, позволили, на основе сравнительного анализа, установить эффективность процесса деформации водонасыщенных глинистых золотосодержащих песков россыпей с мелким золотом посредством контактного ультразвукового воздействия на массив.

2. Учет усредненной равновесной плотности и сжимаемости среды, изменений скорости звука, обусловленных изменением волнового сопротивления и эффективной сжимаемости воды и твердой составляющей песков россыпей с разным типом пластичности, позволил уточнить параметр эффективности воздействия ультразвука на водонасыщенные пески и еще раз подтвердить существенную разницу между воздействием ультразвука на водонасыщенные пески и уплотненную часть высокоглинистых россыпей.

3. На основе классического теоретического подхода, численным методом, с учетом распространения волны по твердому и распространения волны по жидкому, установлено, что в водонасыщенных зонах **среднепластичных** и **высокопластичных** золотосодержащих песков вскрытых неглубоких россыпей эффективность процесса смещения частиц в звуковой волне значительно возрастает по сравнению с воздействием на **слабопластичные** водонасыщенные, расположенные на этой же глубине, и на **средне** и **высокопластичные** уплотненные пески, при этом затраты энергии на участках разуплотненных влагонасыщением в большей мере зависят от глубины слоя.

1. *Методы* и измерительные приборы для моделирования и натуральных исследований нелинейных деформационно-волновых процессов в блочных массивах горных пород / [В. Н. Опарин и др.] ; отв. Ред. В. Л. Шкуратник ; Рос. Акад. Наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т горного дела [и др.]. - Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. - 320 с.- (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 13).
2. *Миронов В.А.* Основные уравнения прочности и деформируемости дисперсных пород / В. А. Миронов, О. Е. Софьян // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГТУ.- 2005. - С, 64-72. - Библиогр.: с. 72. - ISSN 0236-1493.
3. *Мамаев Ю.А., Хрунина Н.П.* Определение оптимальных параметров ультразвукового излучения при воздействии на краевые зоны золотосодержащих песков россыпей / Изв. Вузов. Горн. журн. - 2008. - № 6. - С.71-74.-ISSN 0536-1028.
4. *Бархатов А.Н.* Акустика в задачах. /А. Н. Бархатов, Н. В. Горская, А. А. Грюнов и др. ; под ред С. Н. Гурбатова и О. В. Руденко. - М.: Наука. Физматлит, 1996. - 336 с. - ISBN5-02-014742-7. **ИДБ**

Коротко об авторах

Мамаев Ю.А. – профессор, доктор технических наук, гл. научный сотрудник,
Хрунина Н.П. – научный сотрудник,
 Институт горного дела ДВО РАН, eco@igd.khv.ru



ОТДЕЛЬНЫЙ ВЫПУСК ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ

Крюков Г.М. *Физика и моменты разных видов разрушения горной породы при взрыве в ней удлиненного заряда ПВВ:* Отдельные статьи горного информационно-аналитического бюллетеня. — 2009. — № 3 — 48 с. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2009.

Приведены оценки формирования напряженно-деформированного состояния околозарядной полости при взрыве зарядов промышленных взрывчатых веществ. Описаны процессы развития радиальных трещин с формированием клиновидных секторов, их дезинтеграция и мелко-дисперсное дробление пород. Даны оценки моментов времени формирования этих процессов разрушения.

Kryukov G.M. *Physics and the points of different kinds of rock destruction after the blasting of the extended industrial explosives:* The individual articles of the mining informational bulletin. – 2009. - № 3 – 48 p. – Moscow: Moscow State University of Mining Publishing house, 2009.

The estimation of the deformed state of the charging area during the blasting of the extended industrial explosives is given. The processes of the radial rift developing with the forming of the wedged sectors, their disintegration and fine rock crushing are described. The estimation of the time points of the destruction process forming is given..