RELO-B Ltd.

Forging machines • Rocket engines • Grinding bodies

Адрес: България, 1504 София, ул. Оборище № 1/А/17

Адрес за кореспонденция: 1463 София, пл."България"1, НДК „Ниско тяло", ет.2.

Лице за контакт: Васил Генчев +359 888 962 989; +359 2 916 65 00; факс.: +359 2 963 06 06; е-мейл: genchev@tu-sofia-bg.com; genchev@dedrax.com

ПРОМИШЛЕНИ ТЕСТОВЕ НА ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ МЕЛЕЩИ ТЕЛА

1. **Място на тестване и основание:** Обогатителна инсталация, собственост на фирма „Рудметал" АД, град Рудозем – съгласно Договор от 14.03.2016 г. между „Рело-Б" ООД и „Рудметал" АД за изработване,доставка и промишлени тестове на енергоспестяващи мелещи тела (ЕСМТ).

2. **Съоръжения за провеждане на тестовете:** Два броя барабанни мелници модел MQG 1530, произведени в Китай, с диаметър 1500 mm и дължина 3500 mm. Мелниците имат износоустойчива вътрешна обшивка с дебелина 35 mm и разполагат с два срещуположно разположени правоъгълни капака. Обшивката е с променлива дебелина. Всяка мелница се задвижва от елдвигател с мощност 75 kW. Обогатителната инсталация е доставена и монтирана от фирма „ГОРМАШэКСПОРТ", град Новосибирск, Русия.

Фиг. 1: Изглед на двете мелници, М1(горе) и М2, модел MQG 1530.

Всички необходими данни за работата на съоръженията на обогатителната инсталация се следят непрекъснато на два дисплея – един за разход на елток в kWh, и един за производителност на твърда маса в t/h.При тестовете присъстваше главния инженер на доставчика на оборудването „Гормашэкспорт" и проектант на обогатителната инсталация г-н Михаил Яковлев.

3. **Материал за смилане:** Смиланият материал е оловно-цинкова руда, добивана подземно от рудник „Димов дол“, край град Рудозем. Град Рудозем се намира в южната част на планина Родопи, Бъл-гария. Рудата е със съдържание на олово до 7% и съдържа до 65% кварцити, т.е. тя е от клас на твърдост 7 по Моос, изключително твърда и абразивна. Рудата постъпва в мелниците надробена до максимум 25-30 mm. Смилането е по мокрия способ.

4. **Мелещи тела:** За смилане на рудата се използват мелещи тела със сферична форма и диаметър 60 mm, като мелниците се зареждат със 6 до 8 t тела, което определя запълване на мелниците не по-малко от 45 – 50 %. В конкретния случай се използваха щамповани от релси мелещи сферични тела производство на фирма от Полша със следните данни, дадени в Табл. 1

Таблица 1

Химически състав				
Въглерод C %	Манган Mn %	Силиций Si %	Фосфор P %	Сяра S %
0,6-08	0,8-1,3	0,1-0,5	0,04	0,04
Обемна твърдост, HRC 53-54				
Повърхностна твърдост, HRC 58-60				

Средната маса на сферичните тела е 0,961 kg.

5. **Нови мелещи тела:** За тестовете с новите мелещи тела едната мелница, M2, се зареждаше с енергоспестяващи тела с форма по модел „Рело-M1.1“, защитен с индустриален дизайн в ЕС : INTERNATIONAL REGISTRATION CERTIFICATE DM/081 130/2013, 1.-5 Grinding bodies, WIPO/HAGUE и в още 16 други страни по света.

Фиг. 2: Стереометрично изображение и размери на „Рело-M1.1“

Тези тела също са щамповани от релсова стомана и имат следните данни, посочени в Табл. 2.

Таблица 2

Химически състав	
Въглерод C %	Манган Mn %
0,82	0,88
Повърхностна твърдост, HRC 58-60	
Обемна твърдост, HRC 56-58	

Средната маса на тези тела е 1,011 kg.

6.Условия на провеждане на тестовете: Едната мелница, M1, се зареди с 8 t сферични тела, като през ден се добавяха по 100 kg нови тела. Запълването на мелницата е около 45-50%. Другата мелница, M2, се зареди със 7 t енергоспестяващи мелещи тела, модел „Рело-M1.1", като запълването на мелницата е около 32%. Предварително бе установено опитно, че телата „Рело M1.1" заемат обем с около 10% по-малък от обема заеман от същият брой сферични тела.Зареждане само със 7 t енергоспестяващи мелещи тела се наложи поради самоизключване на задвижващия елдвигател, в следствие на по-малката подвижност на енергоспестяващите мелещи тела в началото на пуска на мелницата. През следващите 206 часа работа в тази мелница бяха добавени само 240 kg нови тела. Двете мелници работеха заедно с 19.5 rpm и на дисплея се отчитаха резултатите от съвместната им работа. Условията във фирма „Рудметал" АД позволяват само до 120 часа непрекъсната работа на мелниците. Следва престой от 48 часа и започва нов 120 часов работен цикъл(5 работни денонощия седмично). Прекъсвания на този цикъл има само при възникване на необходимост от ремонт. За нуждите на тестовете проведохме заснемания със снимачна техника на показанията на дисплея, които показват производителността на сухо вещество в t/h. Заснемането се наложи поради много бързата смяна на показанията на приборите. Заснетият материал се прехвърли на компютър и след това бе записан през интервал от 5 s. Заснети бяха показанията на дисплея при работа и на двете мелници заедно и след това при работа само на мелница M2, която бе заредена с новите мелещи тела „Рело-M1.1". Първото заснемане се осъществи на 18.11.2016 г. след 50 часа работа на мелница M2 с новите тела. Второто заснемане на данни от дисплея се осъществи на 29.11.2016 г. след 206 часа работа на мелница M2 с новите мелещи тела.Третото заснемане на данни се осъществи на 16.12.2016г.след 444 часа работа на мелница M2 и добавени 610 kg мелещи тела. През същото време се следяха и показанията за разход на елток.

7.Резултати от обработка на заснетите данни: Средните резултати са дадени в Табл. 3.

Таблица 3

Дата	Мелница	Производителност t/h	Разход на елток	
			kWh	kWh/t
18.11.2016 г.	M1(сфери)	3.44	54	15.68
18.11.2016 г.	M2(Рело)	6.86	60	8.75
29.11.2016 г.	M1 + M2	11.46	114	9.95
29.11.2016 г.	M1(сфери)	3.96	54	13.63
29.11.2016 г.	M2(Рело)	7.5	60	8.00
16.12.2016г.	M1 + M2	12.15	100.25	9.74
16.12.2016г.	M1(сфери)	4.35	51.5	11.82
16.12.2016г.	M2(Рело)	7.8	48.75	6.25

На фиг. 3 са дадени графиките на измененията на производителността t/h на твърдо вещество при работа на двете мелници заедно и самостоятелно на мелница M1и M2.

Фиг. 3: Графики на изменение на производителността и разхода на елток на двата вида мелещи тела.

8.Резултати от ситовите анализи на смления материал: Проведени бяха ситови анализи, на 17.11.2016 г., на излизащият от гърловината и след класификатора пулп. За пулпа, излизащ от гърловината на двете мелници, ситовият анализ показа, че производителността на мелницата заредена с енергоспестяващи мелещи тела „Рело" по разчетната класа минус 0,075 mm е по-висока от тази на мелницата със сферични топки с 3,16%. За пулпа, излизащ след класификатора, ситовият анализ показа, че производителността на разчетната класа минус 0,075 mm на мелницата заредена с енергоспестяващи мелещи тела „Рело" след класификация на смляната руда е с 9,63% по-висока от тази на мелницата заредена със сферични тела.

9.Състояние на енергоспестяващи мелещи тела след 206 часа и 444 часа работа: След 206 часа работа на мелницата заредена с енергоспестяващи мелещи тела „Рело-М1.1", тя бе спряна и бе отворен единият от двата капака. На Фиг.4 е даден изглед на новите тела в мелницата. Вижда се, че тези тела са запазили формата си, която е близка до тази на сфероидален тетраедър. След 206 часа работа в изключително абразивна среда са се заоблили двойните ръбове и новото тяло разполага вече само със шест броя заоблени ръбове. Тъй като средната маса на износените мелещи тела е вече 0,880 kg, т.е. намалението на масата на тези тела е средно с 0,131 kg. Намалението на размерите по върховете и сферичните страни е от порядъка на 2-3 mm. Двойните ръбове вече са изпълнили своето предназначение като са разрушавали материала, когато телата са имали начална маса 1,011 kg и сега със заоблените ръбове новите тела участват пълноценно в смилането на рудата. Измерването на масата на отделни износени мелещи тела показа отклонение на масите им с не повече от 5%. Това допустимо отклонение и симетричната им форма доказва, че енергоспестяващите мелещи тела участват в смилането с всички свои части и за това получават равномерно износване и дълготрайно запазване на формата си. За сега преобладават с близки размери, но очакваме с течение на времето мелницата с енергоспестяващи мелещи тела да се изпълни с тела с различни размери и това да повиши още повече производителността им.Разхода на мелещи тела е 0,64kg/t продукт.
След 444 часа работа мелещите тела запазват формата си ,която са получили след 206 часа работа,като намалението на външните размери е с около 6 – 7mm. Разхода на мелещи тела след 444 часа работа е 0,61kg/t продукт.

Фиг. 4: Енергоспестяващи мелещи тела в мелницата след 206 часа работа.

0 ч 206 ч 444 ч

Фиг. 5: Образец от енергоспестяващи мелещи тела модел „Рело-М1.1“ преди участие в смилане и образец след 206 и 444 часа работа.

На фиг. 5 са показани образци от енергоспестяващи мелещи тела модел „Рело-М1.1“ преди участие в смилане и подобно след 206 и 444 часа работа. На базата на математическо моделиране може да предположим, че при добре подбрана технология на термообработка и материал, енергоспестяващите мелещи тела могат да работят до достигане размери 30 mm за около 100 денонощия.

10.Състояние на обшивката на мелницата, която е заредена с енергоспестяващи мелещи тела: След 206 и 444 часа работа бе отворен единият от двата капака на мелницата, която бе заредена с новите мелещи тела. След направения визуален оглед не се установи повишено износване на обшивката на капака на мелницата,както и обшивката на самата мелница от вътре. Капакът на мелницата е със същата по форма и материал облицовка, каквата има и самата мелница. На Фиг. 6 е даден капакът на мелницата, която бе заредена с енергоспестяващи мелещи тела , преди и след отваряне.

а). б).

Фиг. 6: а) капак на затворена мелница, б) капак на отворената мелница, която е заредена с енергоспестяващи мелещи тела.

Обобщените данни от тестовете са дадени в Таблица 4.

таблица 4

Сравнителна таблица за тестове от проведените промишлени изпитания за работата на барабанни мелници тип MQG 1530 със сферични мелещи тела и с енергоспестяващи мелещи тела тип RELO M 1.1						
	Мелница М1, сферични топки с условен диаметър 60 mm химически състав в % : C 0,6-0,8: Mn 0,8-1,3			Мелница М2, енергоспестяващи мел. тела с условен диаметър 60 mm химически състав в %: C 0,82: Mn 0,88		
Дата на вземане на пробите	18.11.2016	29.11.2016	16.12.2016	18.11.2016	29.11.2016	16.12.2016
1. Материал за смилане	оловно-цинкова руда от Рудник "Димов дом" гр. Рудозем,до 7 % олово, 65% кварцити, твърдост по Моос 7, раздробена до макс. 25-30 mm.					
2. Количество мелещи тела, kg	8000	8350	9250	7000	7240	7840
3. Запълване на мелница, %	45-50	45-50	45-50	32	32	32
4. Повърхностна твърдост на тела по HRC	58-60	58-60	58-60	58-60	58-60	58-60
5. Обемна твърдост на тела по HRC	53-54	53-54	53-54	56-58	56-58	56-58
6. Термообработка на мелещите тела						
6.1 Закаляване	Да	Да	Да	Да	Да	Да
6.2 Отвръщане, 70 min	Не	Не	Не	Да	Да	Да
7. Средна маса на едно тяло, kg	0.961	0.810	0.65	1.011	0.880	0.748
8. Работни часове, h	120	206	430	50	206	444
9. Производителност средна, t/h	3.44	3.96	4.35	6.86	7.5	7.8
10.Разчетна класа - 0,075 mm, %	37.8	-	-	47.01	-	-
11. Разход на елемергия, kWh/t	15.68	13.63	11.82	8.75	8.0	6.25
12. Разход на мелещи тела,kg/t	1.2	1.2	1.2	–	0.64	0.61
13. Състояние на обшивката	без промяна	без промяна	без промяна	без промяна	без промяна	без промяна

11.Заключения от резултатите от проведените промишлени тестове на енергоспестяващи мелещи тела: Резултатите от тестовете доказват категорично предимствата на енергоспестяващите мелещи тела пред сферичните мелещи тела .При сходни обеми и маси на двата вида тествани мелещи тела значителното различие във формата им води до голямо увеличение на производителността, както и голямо намаление на разхода на ел.ток –с над 40% на тон продукция. Изследванията показаха запазване на формата, което потвърждава нашето очакване за пълноценно участие на цялата външна повърхност в процеса на смилане. На основание на получените резултати препоръчваме по бързото внедряване на енергоспестяващите мелещи тела в

промишлеността. Производителите на сферични мелещи тела няма да имат технологични и ценови проблеми с въвеждането в производство на енергоспестяващите мелещи тела. Потребителите на енерго-спестяващите тела ще увеличат производството си без допълнителни инвестиции и ще намалят енергийните си разходи.

12. Приложени документи:

-Ситов анализ на материал от гърловината на двете мелници.

-Ситов анализ на материал от класификатора на двете мелници.

-CERTIFICATE from SGS BULGARIA LTD.

-Филм за производство на новите мелещи тела и промишлени тестове с тях: http://relogrindingbodies.com/

13. Провели тестовете:

13.1. За „РЕЛО-Б“ ООД:

-Д-р инж. Петър Бодуров, Управител.....

-Инж. Васил Генчев, Управител.....

13.2. За „Рудметал“ АД:

-Инж. Митко Младенов, Изп. Директор.....

-Д-р инж. Илия Йочев, Гл. Механик.....

-Инж. Росен Кьоров, Гл. Технолог.....

13.3. За „ГОРМАШЕКСПОРТ“, Русия:

-Инж. Михаил Яковлев, Гл. Инженер.....

13.4. За и от името на SGS BULGARIA LTD:

-Марияна Миладинова Стоянова.....

„Рело - Б“ ООД София Sofia Relo - B Ltd.

„РУДМЕТАЛ“ АД РУДОЗЕМ РУДОЗЕМ

SGS СЖС БЪЛГАРИЯ ЕООД SGS BULGARIA LTD.

Ситов анализ на проби от изход от гърловината на мелницата

1.Мелница със сферични топки пулпова проба от изходяща гърловина- 500 мл.

ПРОБА № 1

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+0.20	159	31,8	100
+0.10-0.20	131,7	26,34	68,2
+0.075-0.10	58,6	11,72	41,86
+0.045-0.075	58,3	11,66	30,14
-0,045	92,4	18,48	18,48
общо	500	100	

Тв = 73.07 %

ПРОБА № 2

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+0.20	162,1	32,42	100
+0.10-0.20	127,1	25,42	67,58
+0.075-0.10	61,3	12,26	42,16
+0.045-0,075	78,4	15,68	29,9
-0,045	71,1	14,22	14,22
общо	500	100	

Тв = 72.92 %

2.Мелница с ,, Рело " топки

ПРОБА № 1

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+0.20	140,9	28,18	100
+0.10-0.20	136,9	27,38	71,82
+0.075-0.10	55,2	11,4	44,44
+0.045-0.075	90	18	33,04
-0,045	77	15,04	15,04
общо	500	100	

Тв = 68.96 %

ПРОБА № 2

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+0.20	137,7	27,54	100
+0.10-0.20	139,2	27,84	72,46
+0.075-0.10	56,5	11,3	44,62
+0.045-0.075	64,4	12,88	33,32
-0,045	102,2	20,44	20,44
общо	500	100	

Тв = 68.72 %

Извод : Производителността на мелницата с Рело топки по разчетната класа минус 0.075 мм.е по висока от тази на мелницата със сферични топки с 3.16 %

Проби от М1 и М2, извършени на 17.11.2016г.

I. Мелница № 1 (сферични топки)

Проба № 1

1. Съдържание на твърдо

Тв = 3.02/9.38 *100 = 32.19 %

2. Производителност

3.02 кг за 4.59 сек.

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+ 0.20	121.4	24.28	
0.1	143.1	28.62	
0.075	60.5	12.10	
-0.075	175	35	
общо	500	100	

Проба № 2
2. Съдържание на твърдо

Тв = 3.28/10.70 *100 = 30.65 %

2. Производителност (сухо тегло)

3.28 кг за 3.70 сек.

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+ 0.20	93.90	18.78	
0.10	155.00	31.00	
0.075	52.30	10.46	
-0.075	198.80	39.76	
общо	500.00	100.00	

II. Мелница № 2 (рело топки)

Проба № 1
1. Съдържание на твърдо

Тв = 3.22/11.04 *100 = 29.16 %

2. Производителност (сухо тегло)

3.22 кг за 4.51 сек.

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+ 0.20	73.4	14.68	
0.10	129.8	25.96	
0.075	57.3	11.46	
-0.075	239.5	47.9	
общо	500	100	

ПРОБА № 2

1. Съдържание на твърдо

Тв = 3.06/10.50 *100 = 29.14 %

2. Производителност (сухо тегло)

3.06 кг за 3.73 сек.

ПРОБА № 2

класи	добив		по (-)
мм.	гр.	%	%
+ 0.20	44.8	8.96	
0.10	156.2	31.24	
0.075	68.4	13.68	
-0.075	230.6	46.12	
общо	500	100.00	

Извод: Производителността на разчетната класа -0,075мм на мелница М2 (с тела Рело) след класификация на смляната руда е с 9,63% по-висока от тази на мелница М1 (с тела сфери)

In accordance with Client's instructions, the Company's involvement has been limited to witnessing/observing a third party's intervention(s) at the third party's laboratory/test house or other facilities and installations used for the intervention(s). The Company's sole responsibility was to be present at the time of the third party's intervention(s) to forward the results, or confirm the occurrence, of the intervention(s). The Company is not responsible for the condition or calibration of apparatus, instruments and measuring devices used, the analysis methods applied the qualifications, actions or omissions of the third party's personnel or the analysis results.
The SGS stamp and signature merely represents receipt of the document and SGS makes no representations as to the accuracy, adequacy and/or completeness of third party test/laboratory results, reports or certifications.

SGS
СЖС БЪЛГАРИЯ ЕООД
SGS BULGARIA LTD.