

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА МИНЕРАЛЕН ПЪЛНИТЕЛ ОТ КВАРЦИТОВИДНИ ПЯСЪЧНИЦИ

Ирена Григорова, Тодор Ангелов, Иван Нишков

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700; irena_mt@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Кварцитовидните пясъчници са мономинерални, здрави и плътни кварцови скали, в които кварцът е главен, скалообразуващ минерал. Независимо от факта, че квацът е широко разпространен минерал в природата, богатите на силициев двуокис находища (над 97 – 98% SiO₂) представляват интерес, тъй като са източници на необходимите суровини за металургията, металолееенето, стъklarството, керамиката, електрониката и др. В България има много проявления и находища на кварцитовидни пясъчници. Проведени са изследвания за установяване на зърнометричния, химическия и минералогичния състав на представителната проба от кварцитовиден пясъчник. Проведени са лабораторни технологични изследвания за получаване на минерален пълнител за строителството. Разработена е технологична схема, приложима за получаване на минерален пълнител за производство на сухи строителни смеси, строителни лепила и саморазливни подове.

ON THE POSSIBILITY OF MINERAL FILLER OBTAINING FROM QUARTZITIC SANDSTONES

Irena Grigороva, Todor Angelov, Ivan Nishkov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; irena_mt@abv.bg

ABSTRACT. The quartzitic sandstones are monomineralic, strong and solid quartz rock in which silica is a primary, rock-forming mineral. Despite the fact that quartz is widespread mineral, rich silica deposits (over 97-98% SiO₂) represent of interest. They are sources of necessary raw materials for metallurgy, metal casting, glass, ceramics, electronics and others. Bulgaria has many quartzitic sandstone deposits. The paper presents the results about the possibility to obtain mineral filler from quartzitic sandstones. Particle size distributions, chemical and mineralogical compositions were determined. On the basis of test results technology for mineral fillers for production of dry building mixtures, adhesives and etc., was developed.

Въведение

Кварцитовидните пясъчници (синоними: кварцитоидни пясъчници, пясъчници-кварцити: неправилен синоним - „кварцити“) са кварцови пясъчници (над 50% кварц) с кварцов цимент. Асоциират със седиментни скали и имат широко разпространение (Андреевич М и др. 1988). Независимо от факта, че квацът е широко разпространен минерал в природата, богатите на силициев двуокис находища (над 97 – 98% SiO₂) представляват интерес, тъй като са източници на необходимите суровини за металургията, металолееенето, стъklarството, керамиката, електрониката и др.

Кварцитовидните пясъчници са мономинерални, здрави и плътни кварцови скали със сив до светлосив цвят и розов или жълтеникав оттенък. Минералният им състав е сравнително постоянен. Кварцът е главен, скалообразуващ минерал (95 до 99 %). Кварцитовидните пясъчници се оценяват предимно като суровини за производство на динасови огнеупори и феросилиций. При производство на феросилиций се използват фракции с размер 25-100 mm, а за динасови огнеупори: 12-25 mm. Приложение намират и в стъklarската промишленост, керамиката, добив на абразивни материали и др. Използването им е свързано с минералния, химичен и зърнометричен състав, физичните свойства, механичната

здравина на зърната и огнеупорност, абразивната способност и др.

В България има много проявления и находища на кварцитовидни пясъчници. Предмет на проучване са били находищата Струпец, Чумерна и Голямо Чочовени в Сливенски окръг. Техническите изисквания към кварцитовидните пясъчници за динасовото производство лимитират химичния състав и главно съдържанието на полезния компонент SiO₂ - над 97%, както и съдържанията на вредните примеси — Fe₂O₃ не повече от 0,3%, Al₂O₃ под 1% и CaO под 1%.

Големите запаси на кварцсъдържащи скали и възможностите за тяхното комплексно използване са определящи фактори за оценяването на тези суровини в качеството им на алтернативни източници на кварц. Основен проблем при извличането на ценните компоненти от тях се явява избора на подходяща технологична схема за преработка (Данилевская, Л., Скамницкая, Л. 2011).

Минералните пълнители могат основно да се разделят на карбонатни, сулфатни и силикатни. Някои от пълнителите с търговска ценност се произвеждат синтетично, такива като преципитиран калциев карбонат, калциев сулфат, воластонит, кварц и графит. Други включват керамични фибри и зърна, метални прахове, окиси,

хидроокиси, брашна и фибри с природен и синтетичен характер.

Кварцитовидните пясъчници са сравнително нова суровина. Възможностите за употребата им в различни клонове на промишлеността все още не са изяснени напълно. Тенденцията да намират нови приложения в промишлеността е реална в бъдещето.

Като минерален пълнител пясъчника – кварцит би могъл да се използва като главен структурен компонент в широко разнообразие от строителни продукти за подобряване на техните физико-механични качества. Изцяло гранулиран кварцит би могъл да се прилага в подови смеси, строителни разтвори, специални цименти, циментови замазки, покривни плочи, повърхности устойчиви на плъзгане и асфалтови смеси за постигане на плътност и якост на огъване, без да се влияе негативно на химическите свойства на свързващата органична система. Класираният до подходящ зърнометричен състав кварцитовиден пясъчник изпълнява ролята на функционален пълнител за придаване на трайност и антикорозионни и изветрящи свойства в епоксидни смеси и уплътнения.

Кварцитовидните пясъчници се експлоатират чрез кариерен добив. Добитата суровина, след съответната зърнометрична подготовка би могла да се подложи на обогатяване за увеличаване съдържанието на кварц и намаляване на вредните примеси, Fe_2O_3 , Al_2O_3 и CaO . След което се суши и класира за да се получи оптимално зърнометрично разпределение за планираното приложение.

Цел на настоящата работа е изследване на възможностите за получаване на минерален пълнител, с приложения в строителството от кварцитовидни пясъчници от конкретно проявление локализирано в Софийска област.

Проведени бяха изследвания за охарактеризиране на суровината, чрез установяване на зърнометричния, химическия и минераложки състав на представителна проба.

Лабораторни изследвания за получаване на минерален пълнител за строителството от кварцитовидни пясъчници

Изходен материал за изследванията са проби от кварцитовиден пясъчник от проявление локализирано в Софийска област. Представителната проба на добития изходен материал от кварцитовиден пясъчник е с размери от 20 до 40 mm.

Проведен беше пълен силикатен анализ AES-ICP след алкално стапяне и разтваряне с киселина, като са определени и загубите при наляване и влагата на изходния материал. Резултатите са представени в таблица 1.

Таблица 1.

Химичен анализ на изходния материал кварцитовиден пясъчник

Компоненти, %	
Al_2O_3	1.36
CaO	0.40
Fe_2O_3	0.35
K_2O	0.19
MgO	0.23
MnO	0.03
Na_2O	<0.05
P_2O_5	0.03
SO_3	<0.03
SiO_2	96.54
TiO_2	0.06
ЗН	0.65
Влага	0.04

Минералният състав на пясъчника беше установен чрез рентгеноструктурен анализ с дифрактометър Siemens D500. Резултатите от анализа са представени на таблица 2.

Таблица 2.

Минераложки анализ на кварцитовиден пясъчник

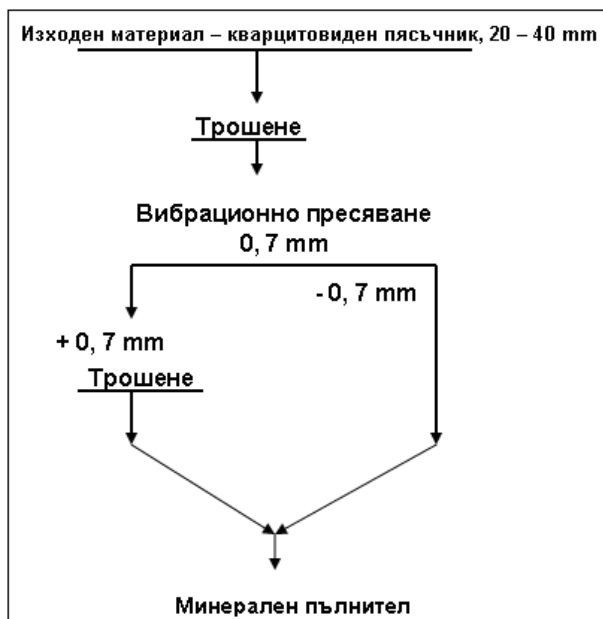
Минерали	Съдържание, %
Кварц	94
Каолинит	4
Други	4

В резултат на проведените изследвания беше установено, че изследвания кварцитовиден пясъчник е относително висококачествен. Съдържанието на SiO_2 е 97%, съдържание на кварц – 94%. Кварцитовидният пясъчник има ниски съдържания на Fe_2O_3 - 0,35% и CaO – 0,40%.

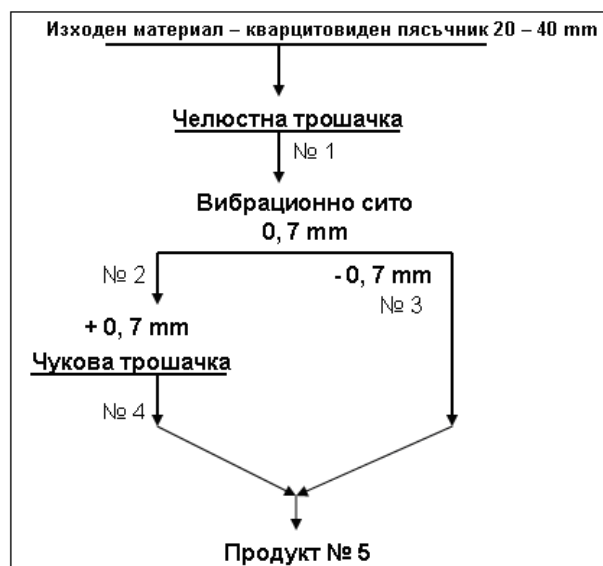
Проведени бяха лабораторни технологични изследвания за получаване на минерален пълнител за строителството със съответните качествени показатели от представителна проба кварцитовиден пясъчник.

Изследванията включваха процесите трошене и вибрационно пресяване. На фигура 1 е представена схема на технологичните операции при лабораторните експерименти. На фигура 2 е показана верижна схема на апаратите.

Представителната проба от кварцитовиден пясъчник първоначално беше натрошена с лабораторна челюстна трошачка. Полученият продукт беше пресят на вибрационна пресевна уредба с отвори на сивата повърхност 0,7 mm. Надсивовият продукт беше натрошен на чукова трошачка. Полученият продукт след натрошаването е обединен с подсивовия продукт (фракция - 0,7 mm) и представен за лабораторно охарактеризиране на качествените показатели за минерален пълнител в строителството.



Фиг. 1. Схема на технологичните операции при лабораторните експерименти



Фиг. 2. Верижна схема на апаратите

Проведен беше сух зърнометричен анализ на следните продукти: Продукт 1 – натрошен продукт от челюстна трошачка; Продукт 2 – надситов продукт при вибрационно пресяване с отвори на ситито 0,7 mm; Продукт 3 – подситов продукт при вибрационно пресяване с отвори на ситито 0,7 mm; Продукт 4 – натрошен продукт от чукова трошачка; Продукт 5 – обединен продукт 3 и продукт 4 – краен технологичен продукт. Размер на използваните сита: 0,071; 0,1; 0,16; 0,25; 0,63; 0,8; 1,6; 2,5; 4 mm.

На таблица 3 са представени резултатите от проведения зърнометричен анализ на продукт 1. Получените данни показват, че съотношението на фракцията „+ 0,7 mm“ към фракция „- 0,7 mm“ в натрошения продукт от челюстната трошачка с приблизително 1:1. Средният размер на частиците на натрошеният продукт е 1,66 mm.

На таблица 4 са представени резултатите от зърнометричния анализ на продукт 2. Резултатите показват, че

средния размер на продукт 2 е 1,93 mm. Таблица 5 представя резултатите от анализа на продукт 3, а таблица 6 съответно на продукт 4. Таблица 7 обобщава резултатите от зърнометричния анализ на продукт 5 (обединен продукт 3 и продукт 4 – краен технологичен продукт).

Таблица 3.

Зърнометричен състав на продукт № 1

Класове, mm	Добив, %	Сумарен		d _{ср.} , mm
		„+“	„-“	
+ 4.0	16.34	16.34	-	4.3
- 4.0 + 2.5	12.64	28.98	83.66	3.2
- 2.5 + 1.6	14.73	43.71	71.02	2.0
- 1.6 + 0.8	10.52	54.23	56.29	1.2
- 0.8 + 0.63	4.25	58.48	45.77	0.7
- 0.63 + 0.25	21.54	80.02	41.52	0.4
- 0.25 + 0.16	8.62	88.64	19.98	0.2
- 0.16 + 0.1	4.72	93.36	11.36	0.1
- 0.1 + 0.071	2.26	95.62	6.64	0.08
- 0.071	4.38	-	4.38	0.03
Всичко	100	-	-	1.66

Таблица 4.

Зърнометричен състав на продукт № 2

Класове, mm	Добив, %	Сумарен		d _{ср.} , mm
		„+“	„-“	
+ 2.5	38.43	38.43	-	2,7
- 2.5 + 1.6	27.25	65.68	61.57	2.0
- 1.6 + 0.8	24.65	90.33	34.32	1.2
- 0.8 + 0.63	7.30	97.63	9.67	0.7
- 0.63	2.37	-	2.37	0.3
Всичко	100	-	-	1.93

Таблица 5.

Зърнометричен състав на продукт № 3

Класове, mm	Добив, %	Сумарен		d _{ср.} , mm
		„+“	„-“	
+ 0.63	1.28	1.28	-	0.6
- 0.63 + 0.25	46.90	48.18	98.72	0.4
- 0.25 + 0.16	25	73.18	51.82	0.2
- 0.16 + 0.1	11.03	84.21	26.82	0.1
- 0.1 + 0.071	4.46	88.67	15.79	0.08
- 0.071	11.33	-	11.33	0.03
Всичко	100	-	-	0.26

Таблица 6.

Зърнометричен състав на продукт № 4

Класове, mm	Добив, %	Сумарен		d _{ср.} , mm
		„+“	„-“	
+ 0.63	0.70	0.70	-	0.6
- 0.63 + 0.25	23.85	24.55	99.3	0.4
- 0.25 + 0.16	24.38	48.93	75.45	0.2
- 0.16 + 0.1	18.82	67.75	51.07	0.1
- 0.1 + 0.071	9.03	76.78	32.25	0.08
- 0.071	23.22	-	23.22	0.03
Всичко	100	-	-	0.18

Резултатите изложени в табл. 5 показват, че основна част от продситовия продукт от вибрационното пресяване с размер на отворите на ситовата повърхност 0,7 mm (продукт 3) е фракцията „+ 0,1 mm” – 84,21 %. Средният размер на частиците на продукт 3 е 0,26 mm. Резултатите от табл. 6 показват, че основна част от продукта получен след трошене на чукова трошачка (продукт 4) е под 0,63 mm. – 99,3%, като средния размер на зърната е 0,18 mm.

Получените резултати от зърнометричния анализ на продукт 3 и продукт 4 ясно показва, че след втория стадии на трошене на надситовия продукт от контролното пресяване на продукта от първия стадии на трошене се получава по-фин продукт със среден размер – 0,18 mm.

Таблица 7.
Зърнометричен състав на продукт № 5

Класове, mm	Добив, %	Сумарен		d _{ср.} , mm
		„+”	„-”	
+ 0.63	0.66	0.66	-	0.6
- 0.63 + 0.25	29.98	30.64	99.34	0.4
- 0.25 + 0.16	37.14	67.78	69.36	0.2
- 0.16 + 0.1	12.60	80.38	32.22	0.1
- 0.1 + 0.071	5.48	85.86	19.62	0.08
- 0.071	14.14	-	14.14	0.07
Всичко	100	-	-	0.22

Табл. 7 дава информация, че основна част от крайния технологичен продукт (продукт 5) е над 0,071 mm – 85,86%. Средният размер на частиците на продукта е 0,22 mm. На фракцията „- 0,2 mm” от продукт 5 беше направен дисперсен анализ с апарат Mastersizer 2000, Malvern. В таблица 8 са представени резултатите от проведения дисперсен анализ на фракция „- 0,2 mm” от крайния технологичен продукт.

Таблица 8.
Зърнометричен анализ на фракция „- 0,2 mm” от получения краен технологичен продукт

Показатели	Проба № 2
Зърнометричен състав, Mastersizer 2000, Malvern, %:	
частици < 200 μm	100,0
частици < 150 μm	98,8
частици < 125 μm	95,4
частици < 100 μm	88,2
частици < 71 μm	71,5
частици < 63 μm	64,9
частици < 45 μm	46,9
частици < 20 μm	19,0
частици < 10 μm	8,8
частици < 5 μm	4,0
частици < 2 μm	1,1
частици < 1 μm	0,2
d 10	11,24
d 50	47,83
d 90	104,94

Получените резултатите показват, че по-голяма част от частиците на изследваната проба са с размер от 20 до 200 микрона, като в крайният продукт почти няма фини частици с размери под 5 микрона.

На таблица 9 са представени резултатите от лабораторно вибрационно пресяване на натрошения кварцитовиден пясъчник с челюстна трошачка.

Резултатите посочени в таблица 9 показват, че при лабораторното вибрационно пресяване е достигната висока ефективност на пресяване – 98% по граничен размер 0,63 mm. Изчисленията са извършени с помощта на следните формули:

$$R = \frac{c - a}{(c + f) - 100} \cdot 100 = \frac{97,63 - 58,48}{(97,63 + 98,72) - 100} \cdot 100 = 40,63\% \quad (1)$$

където: R – извличане, подситов продукт, %;
a – изходен материал, съдържание на класата „+0.63 mm”, %;
b – Изходен материал, съдържание на класата „- 0.63 mm”, %;
c – Надситов продукт, съдържание на класата „+0.63 mm”, %;
f – Подситов продукт, съдържание на класата „- 0.63 mm”, %.

$$E_{(-)} = \frac{R \cdot f}{b} = \frac{40,63 \cdot 98,72}{41,52} = 96,60\% \quad (2)$$

Където: E₍₋₎ – ефективност на пресяване, подситов продукт, %; b – захранване, %.

$$E_{(+)} = \frac{0 \cdot c}{a} = \frac{59,37 \cdot 97,63}{58,48} = 99,42\% \quad (3)$$

Където: E₍₊₎ – ефективност на пресяване, надситов продукт, %; 0 – извличане, надситов продукт, %

$$O = 100\% - R \quad (4)$$

$$E_{обща} = \frac{(0 \cdot c) + (R \cdot f)}{100}, \% = 98,07\% \quad (5)$$

Получените резултати от изследванията за охарактеризиране на кварцитовидния пясъчник и резултатите от зърнометричните анализи на продуктите от приложената технологична схема в лабораторни условия за преработване на кварцитовидния пясъчник показват, че е възможно получаване на краен продукт, който би могъл да се използва като минерален пълнител в строителството.

Получените резултати от лабораторни изследвания за установяване на потребителските качества на получения краен технологичен продукт дават основания да се счита за приложим като минерален пълнител при производството на сухи строителни смеси, строителни лепила, саморазливни подове и др.

Таблица 9.

Резултати от лабораторно вибрационно пресяване на натрошения продукт с челюстна трошачка

Размер на отворите на ситото, mm	Частен добив, %			Сумарен добив, %			Извличане, %		Ефективност на пресяване, %		
	Захранване	Надситов продукт	Подситов продукт	Захранване	Надситов продукт	Подситов продукт	Надситов продукт	Подситов продукт	Надситов продукт	Подситов продукт	Обща
4.0	16.34	-	-	16.34	-	-	-	-	-	-	-
2.5	12.64	38.43	-	28.98	38.43	-	-	-	-	-	-
1.6	14.73	27.25	-	43.71	65.68	-	-	-	-	-	-
0.8	10.52	24.65	-	54.23	90.33	-	-	-	-	-	-
0.63	4.25	7.30	1.28	58.48	97.63	1.28	59.37	40.63	99.42	96.60	98.07
0.25	21.54	1.97	46.90	80.02	99.60	48.18	-	-	-	-	-
0.16	8.62	0.40	25.00	88.64	-	73.18	-	-	-	-	-
0.10	4.72	-	11.03	93.36	-	84.21	-	-	-	-	-
0.071	2.26	-	4.46	95.62	-	88.67	-	-	-	-	-
-0.071	4.38	-	11.33	-	-	-	-	-	-	-	-
Всичко	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Заклучение

Изследваният кварцитовиден пясъчник е висококачествена суровина, със съдържанието на SiO₂ 97% и съдържание на кварц – 94%.

Кварцитовидният пясъчник има ниски съдържания на Fe₂O₃ - 0,35% и CaO – 0,40%.

Изследванията за охарактеризиране на кварцитовидния пясъчник и резултатите от зърнометричните анализи на продуктите от приложената технологична схема в лабораторни условия за преработване на кварцитовидния пясъчник показват, че е възможно получаване на краен продукт, който би могъл да се използва като минерален пълнител в строителството.

Разработената технологична схема е приложима за получаване на минерален пълнител за производство на сухи строителни смеси, строителни лепила, саморазливни подове от кварцитовиден пясъчник от находището в Софийска област.

Литература

- Андреевич, М., Атанасов, Г., Георгиева, О и др. 1988. *Неметални полезни изкопаеми в България*, том I, Техника.
- Данилевская, Л., Скамницкая, Л. 2011. Перспективы получения кварцевых продуктов из нетрадиционных источников кварцевого сырья, *Обогащение руд*, 2011, 6, 34 – 39.