

Aleksander BOJANOWICZ,*

Zbigniw WALTER,*

Ryszard KAŻMIERCZAK **

ROZDRABNIANIE KEKU SIARKOWEGO DLA CELÓW DROGOWYCH

W opracowaniu przedstawiono charakterystykę keku siarkowego oraz omówiono przebieg dotychczasowych badań nad rozdrabnianiem keku wykonanych przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Siarkowego "Siarkopol" i Instytut Inżynierii Chemicznej i Budowy Aparatury Politechniki Śląskiej. Przedstawiono przebieg badań nad ustaleniem optymalnych parametrów technicznych urządzeń rozdrabniających tj.: skład ziarnowy produktu kruszenia, obciążenie węzłów technologicznych, wydajność efektywną ciągu technologicznego rozdrabniania keku siarkowego w Dąbrowie Tarnowskiej. Zaproponowano ustawienie maszyn kruszących i przesiewających do rozdrabniania keku siarkowego w ilości 50 Mg/h. Podano dodatkowe warunki rozdrabniania i składowania.

Wstęp

Zwiększające się z każdym rokiem zadania drogownictwa, przy równoczesnym deficycie materiałów wiążących (szczególnie lepiszcza) napotykają na poważne trudności. W aktualnej sytuacji gospodarczej nie można liczyć na zwiększone ilości asfaltu pochodzącego z importowanej ropy naftowej. W budownictwie drogowym odczuwa się również deficyt mączki wapiennej stosowanej do mas bitumicznych wbudowywanych w warstwy ścieralne konstrukcji jezdni. Niedobór w drogownictwie zarówno asfaltu jak i mączki wapiennej można częściowo zmniejszyć poprzez dodatki do mas bitumicznych siarki i węgla wapnia zawartych w odpadach z rafinacji

* Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Wrocław

** Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej

siarki zwanymi kekiem[2]. Pozytywne rozwiązanie powyższego problemu winno przynieść również korzyści dla przemysłu siarkowego wynikające z faktu zagospodarowania bezużytecznego keku siarkowego gromadzonego dotychczas na hałdach.

Według dotychczas przeprowadzonych badań, kek siarkowy może być dodawany do mas bitumicznych jedynie o uziarnieniu 0-5 lub 0-10 mm, podczas gdy skład ziarnowy keku na hałdach waha się w granicach 3-120 mm. Stąd zachodzi konieczność właściwego przygotowania keku, tj. rozdrobnienia go do wymaganej granulacji.

Niniejsze opracowanie omawia właśnie dobór optymalnych parametrów technicznych urządzeń rozdrabniających i przesiewających dla uzyskania wymaganego procesem technologicznym produkcji mas bitumicznych uziarnienia keku siarkowego.

2. Charakterystyka keku siarkowego wg. [8]

Kek jest odpadem porafinacyjnym z metody flotacyjno-filtracyjnej przeróbki rudy siarkowej. Ma postać szarych brył o temperaturze mięknienia według Kraemera-Sarnowa 120° C.

Z fizyczno-chemicznego punktu widzenia kek jest konglomeratem siarki i substancji mineralnych o dużym rozdrobnieniu (poniżej 60 μm) niemożliwym do rozdzielienia na drodze separacji ziaren, jak to ma miejsce w przypadku flotacji rudy siarkowej.

Kek obok siarki zawiera głównie wapien z domieszkami ilów i gipsów (skała płona). Takie składniki jak gips, siarczan strontu i baru, tlenki żelaza i glinu, minerały ilaste występują najczęściej w śladowych ilościach.

Przeciętny skład chemiczny keku przedstawia tabela 1.

Tabela nr 1

Lp.	Składniki keku	Zawartość w % wag.
1	S	38,0-42,0
2	CaS	28,0-30,0
3	MgO	0,2
4	CO ₂	23,0-24,0
5	CO ₃	0,5
6	SiO ₂	1,5
7	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	1,6

Tabela nr 2

Własności fizyczne keku

Lp.	Własności fizyczne keksu	Jedn.	Wartości liczbowe
1	średnia gęstość usypowa	kg/m ³	1234
2	średnia gęstość	kg/m ³	2200
3	wielkość brył (na hałdzie)	mm	3-120
4	ilość ziarn 5 mm	%	35
5	ilość ziarn 5-50 mm	%	55
6	ilość ziarn 50-120 mm	%	10
7	ścieralność w bębnie Devala		
	- dla frakcji 6-12 mm	%	1,7
	- dla frakcji 12-20 mm	%	2,8
8	wytrzymałość na ściskanie		
	a)	MN/m ²	6,48
	b)	MN/m ²	5,21
	c)	MN/m ²	1,71
9	nasiąkliwość wagowa		
	a)	%	3,54
	b)	%	4,72
	c)	%	10,39
10	współczynnik rozmiękania	-	0,92
	a)	-	0,92
	b)	-	0,68
	c)	-	0,71

a) - dla ziarn zbitych nieporowatych,

b) - dla ziarn zbitych z pojedynczymi kawernami,

c) - dla ziarn bardzo porowatych, kawernistych, szczelinowatych.

Kek jest substancją palną, skłonną do samozapłonu podczas składowania na hałdach. Parametry wybuchowości dla pyłów keku siarkowego przedstawia tabela nr 3.

Podane w tabeli 3 parametry wybuchowości odnoszą się do pyłów keku o powierzchni właściwej $S = 395 \text{ m}^2/\text{kg}$ i rozkładzie ziarnowym podanym w tabeli 4.

Dokonując kwalifikacji keku siarkowego jako materiału podlegającego procesowi rozdrabniania wg. [1] przyjęto, że kek siarkowy:

- jest materiałem o ziarnach zróżnicowanej wielkości, tzw. grubych, średnich i drobnych,
- jest materiałem miękkim lub bardzo miękkim,
- wykazuje bardzo małą ścieralność,

Tabela nr 3

Parametry wybuchowości dla pyłów keku siarkowego

Lp.	Parametr	Jednostki	Wartości liczbowe
1	Najmniejsze stężenie wybuchowe	g/m ³	44
2	Temperatura zapłonu	°C	320
3	Temperatura zapalenia	°C	310
4	Minimalna energia zapalenia iskrą elektryczną	M ^J	47
5	Maksymalne ciśnienie wybuchu	Pa	2 10 ⁵
6	Maksymalna prędkość narastania ciśnienia wybuchu	Pa/S dm ³	9,1 10 ⁵
7	Stężenie optymalne	g/m ³	450-650
8	Czułość zapłonu	-	b. duża
9	Gwałtowność wybuchu	-	średnia

Tabela nr 4

Skład ziarnowy pyłów keku siarkowego

Lp.	Górna granica średnicy ziarn μm	Przechodzi % wag.
1	75	100,0
2	60	91,2
3	40	55,6
4	30	47,2
5	25	42,3
6	20	35,5
7	15	24,5
8	10	15,3
9	5	6,1

- posiada małą wytrzymałość na ściskanie,
- zawiera kilka procent wody,
- cechuje się małą średnią nasiąkliwością,
- nie wykazuje istotnego zmniejszenia wytrzymałości na ściskanie po rozmięczeniu wodą,
- posiada temperaturę zapalenia 310 °C,
- cechuje się rozdrabialnością w zakresie od 1-2,
- rozdrabnia się przy nakładzie pracy wskaźnikowej około 25-35 kWh/kg.

3. Przebieg dotychczasowych badań nad rozdrabnianiem keku siarkowego

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Siarkowego "Siarkopol" w latach 1981-1983 przeprowadził szereg prób rozdrabniania keku siarkowego w różnych ciągach technologicznych produkcji kruszyw łamanych[9]. Poczyniono wiele bardzo istotnych obserwacji odnośnie składowania zarówno keku surowego jak i już przekruszonego, wilgotności rozdrobnianego keku, maszyn kruszących, transportujących i rozsiewających przekruszony kek.

Wyeliminowano z ciągów technologicznych rozdrabniania keku kruszarki młotkowe ze względu na bezpieczeństwo przeciwpożarowe. Zaobserwowano znaczne ubytki keku zarówno w czasie jego rozdrabniania (do 18,5 %) jak również składowania (do 7%). Wszystkie te spostrzeżenia mają istotny wpływ na właściwe ustalenie ciągu technologicznego rozdrabniania keku siarkowego wraz z organizacją centralnej bazy.

Analiza teoretyczna Zakładów Doświadczalnych Instytutu Inżynierii Chemicznej i Budowy Aparatury Politechniki Śląskiej[1] pozwoliła wybrać maszyny kruszące dostępne na rynku krajowym najbardziej przydatne do rozdrabniania keku siarkowego, co się potwierdziło w badaniach[9] jak również w badaniach Instytutu Badawczego Dróg i Mostów.

Z użyciem rozdrobnionego keku siarkowego w masach bitumicznych zostało wykonanych szereg odcinków doświadczalnych, lecz jest to przedmiotem oddzielnego opracowania.

4. Badania nad ustaleniem optymalnych parametrów technicznych urządzeń rozdrabniających

4.1. Przebieg badań

Badania rozdrabniania keku siarkowego przeprowadzono na ciągu technologicznym wzbogacania kruszyw naturalnych w bazie Rejonu Dróg Publicznych w Dąbrowie Tarnowskiej.

Ciąg ten odpowiadał wszystkim dotychczasowym ustaleniom[1,9] dotyczącym rodzaju maszyn rozdrabniających i rozsiewających kek siarkowy, tj. kruszarka szczękowa rozdrabniająca wstępnie, przesiewacz wibracyjny odsiewający produkt końcowy i zamykający obieg kruszywa, granulator stożkowy rozdrabniania końcowego. Kek siarkowy o uziarnieniu 0-250 mm z placu składowego transportowany jest ładowarką do zbiornika wyrównawczego o pojemności ca 6 m³, stąd przenośnikiem taśmowym podawany jest na przesiewacz wibracyjny WPB-531 z jednym pokładem sit o oczkach okrągłych ϕ 10 mm. Ziarna większe od 10 mm rozdrabiane są w kruszarce

szczękowej typ 40.27, a produkt rozdrabiania kierowany jest przenośnikiem taśmowym do granulatora stożkowego G-3. Produkt granulatora transportowany jest przenośnikiem taśmowym do rozsiewu na przesiewaczu wibracyjnym WPB-531 tworząc zamknięty obieg nadziarna, a ziarna o wielkości do 10 mm stanowią wyrób gotowy.

Badania ciągu technologicznego w bazie Rejonu Dróg Publicznych w Dąbrowie Tarnowskiej obejmowały:

- pomiar wielkości szczelin wypustowych maszyn kruszących,
- pomiar wielkości oczek sit na przesiewaczu wibracyjnym,
- pomiar prędkości taśmy przenośników.

Wielkość szczeliny wpustowej w granulatorze stożkowym określono przy użyciu ołowiu odlanego w kształcie walców o średnicy 35 mm i długości 40 mm. Jednocześnie wrzucano do komory kruszenia granulatora w czasie jego pracy bez nadawy 4 szt. ołowiu z 4-ech różnych stron, a za wynik końcowy przyjmowano wymiar najmniejszy. W kruszarce szczękowej wielkość szczeliny wypustowej określono przy użyciu "Macaka" przy zwarłym stanie szczech.

Pomiar wielkości oczek sita pokładu przesiewacza wibracyjnego wykonano przy użyciu suwmiarki. Pomiar prędkości taśmy przenośników dokonano przy użyciu taśmy mierniczej i stopera.

W czasie wykonywania próby rozdrabiania keku siarkowego pobrano próbki:

- nadawy na przesiewacz wibracyjny WPB-531,
- produktu kruszarki szczękowej 40.27, który stanowił nadawę na granulator stożkowy G-3,
- produktu granulatora stożkowego G-3,
- wyrobu gotowego.

Próbki pobierano z odcinków taśmy o długości 2 m celem określenia ich składu zarnowego oraz wydajności technicznej i efektywnej maszyny limitującej wydajność badanego ciągu technologicznego tj. granulatora stożkowego G-3.

Próbki pobierano przy następujących wielkościach szczeliny wypustowej granulatora stożkowego G-3:

- próba 1 ($e_1 = 5,6$ mm),
- próba 2 ($e_1 = 8,0$ mm),
- próba 3 ($e_1 = 9,8$ mm).

Na próbkach wyrobów gotowych oznaczono dodatkowo wilgotność rozdrobnionego keku.

Uzyskane wyniki badań przeanalizowano, zestawiono tabelarycznie i naniesiono na wykresy co jest zawarte w punkcie 4.2.1 i 4.2.2 niniejszego opracowania.

4.2. Wyniki badań i ich analiza

4.2.1. Skład ziarnowy produktu kruszenia

Dla pobranych próbek keku siarkowego, stanowiących:

- nadawę na przesiewacz wibracyjny WPB-531,
- nadawę na granulator stożkowy G-3-900, oraz
- produkt granulatora stożkowego,

przy 3-ech różnych wielkościach szczeliny wypustowej granulatora stożkowego G3-900 określono składy granulometryczne. Uzyskane wyniki badań zestawiono w tabeli 5.

Tabela nr 5

Skład granulometryczny nadawy i produktów granulatora stożkowego

Fracja	Nadawa na przesiewacz wibracyjny WPB-531	Nadawa na granulator stożkowy	Produkt granulatora stożkowego przy wielkości szczeliny wypustowej		
			= 5,6 mm	= 8,0 mm	9,8 mm
50	2,32	1,96	-	-	-
32-50	2,92	18,89	-	0,23	-
16-32	5,98	30,27	1,38	1,33	0,86
8-16	21,06	30,15	11,34	30,34	29,36
4-8	28,38	10,25	39,95	33,41	33,82
0-4	39,34	8,48	47,33	34,69	35,96

Z przebiegu krzywych składu granulometrycznego (szczególnie produktu granulatora stożkowego G3-900 przy różnych wielkościach szczeliny wypustowej) wynika, że wielkość szczeliny wypustowej ma niewielki wpływ na skład ziarnowy produktu kruszenia.

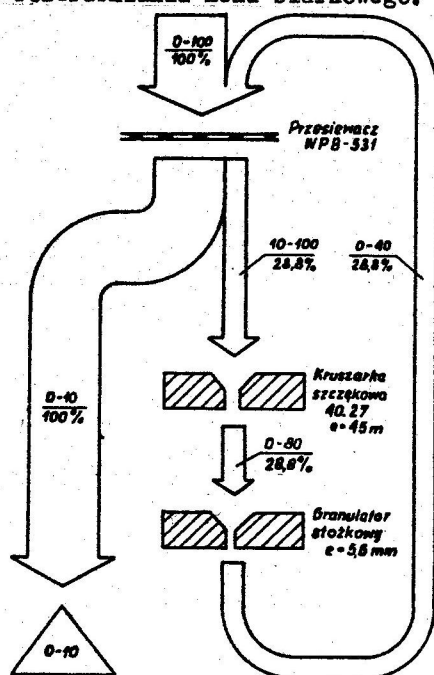
Zjawisko to należy tłumaczyć bardzo miękkim rozdrabnianym materiałem oraz koniecznością utrzymywania rygorystycznych wymagań wilgotnościowych optymalna wilgotność rozdrabnianego keku siarkowego wynosi ca 2,6%. Również niezadawalające obciążenie nadawą granulatora stożkowego G3-900 w czasie przeprowadzania prób (niewypełniona komora kruszenia) było przyczyną małego zróżnicowania uziarnienia produktu granulatora. Należy się jednak spodziewać, że przy zachowaniu wymagań wilgotnościowych rozdrabnianego materiału oraz technologicznych rozdrabniania (wypełnienia komory kruszenia w granulatorze stożkowym) rozdrobnienie końcowe będzie znacznie korzystniejsze od uzyskanego w czasie prób. W czasie prób uzyskano o 13% więcej gotowego wyrobu o uziarnieniu 0-5 mm przy wielkości szczeliny wypustowej granulatora stożkowego G3-900

wynoszącej 5,6 mm, w porównaniu z produktem uzyskiwanym przy wielkości szczeliny wypustowej równej 8,0 mm.

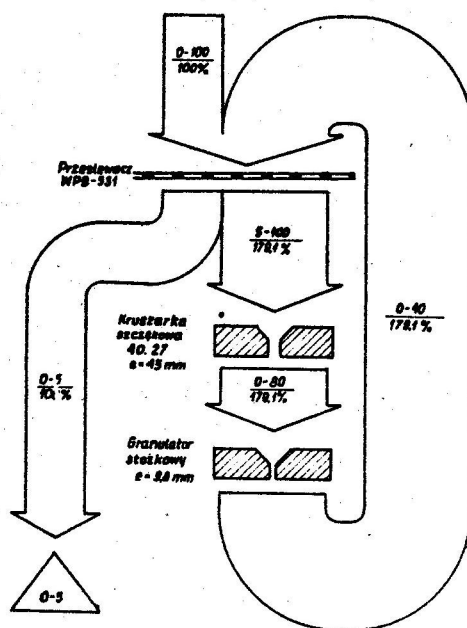
W analogicznym układzie ilość wyrobu gotowego o uziarnieniu 0-10 mm była o 19% wyższa.

4.2.2. Obciążenie węzłów technologicznych

W oparciu o składy granulometryczne produktów kruszarek w zależności od wielkości szczeliny wypustowej, skład ziarnowy nadawy zewnętrznej oraz wielkość oczek pokładu sita zamykającego obieg rozdrabnianego materiału podano wybrane schematy ilościowe (rys. 1-2) obrazujące obciążenie poszczególnych węzłów w rpwzwanym ciągu technologicznym rozdrabniania keku siarkowego. Dodatkowo przyjęto założenie, że nadawa zewnętrzna wynosi 100% oraz zapewniona jest 100%-owa skuteczność przesiewania. Na podstawie załączonych schematów ilościowych można wnioskować o obciążeniu i wykorzystaniu poszczególnych maszyn kruszących, przesiewających oraz przenośników w omawianym ciągu technologicznym rozdrabniania keku siarkowego.



Rys. 1. Schemat ilościowy obieg zamknięty do 10 mm wielkość szczeliny wypustowej granulatora stożkowego, $e = 5,6$ mm, próba nr 1.



Rys. 2. Schemat ilościowy obieg zamknięty do 5 mm wielkość szczeliny wypustowej granulatora stożkowego, $e = 9,8$ mm, próba nr 3.

Analizując schematy ilościowe przedstawione na rys. 1-2 należy stwierdzić:

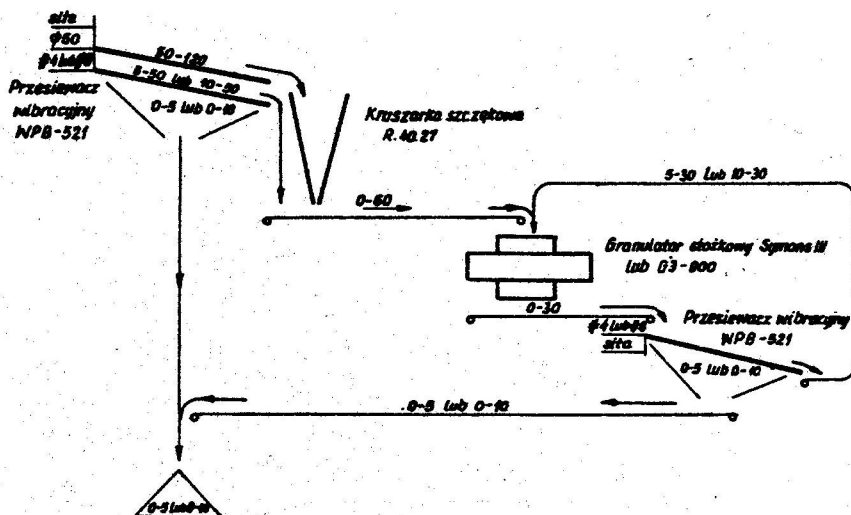
- najbardziej obciążanym węzłem technologicznym jest przesiewacz wibracyjny rozsiewający nadawę zewnętrzną oraz produkt granulatora stożkowego G3-900,
- kruszarka szczękowa 40.27 oraz granulator stożkowy G3-900 rozdrabniają tę samą ilość materiału, lecz maszyną wiodącą jest granulator produkujący zasadniczą ilość wyrobu gotowego,
- wielkość prześwitów oczek sita zamykającego obieg ma zasadniczy wpływ na wielkość nadawy obiegowej co jest równoznaczne z obciążeniem przesiewacza wibracyjnego WPB-531 oraz granulatora stożkowego G3-900,
- wielkość szczeliny wypustowej granulatora stożkowego G3-900 decyduje, podobnie jak prześwit sita zamykającego obieg, o wielkości nadawy obiegowej i obciążeniu granulatora stożkowego. W skrajnych wypadkach, tj. w obiegu zamkniętym do 10 mm i wielkości szczeliny wypustowej granulatora stożkowego 5,6 mm (rys. 1) obciążenie przesiewacza wibracyjnego wynosiło 128,8% (w stosunku do 100%-owej nadawy zewnętrznej) a granulatora stożkowego tylko 28,8%. Zaś w obiegu zamkniętym do 5 mm i wielkości szczeliny wypustowej granulatora stożkowego 9,8 mm (rys. 2) obciążenia wynosiły dla przesiewacza - 279,1% i granulatora - 179,1%,
- odpowiednio manipulując wielkością szczeliny wypustowej granulatora stożkowego i wielkością oczek sita zamykającego obieg rozdrabnianego materiału, można doprowadzić do synchronizacji wydajnościowej omawianego ciągu technologicznego rozdrabniania keku siarkowego.

5. Propozycja ciągu technologicznego rozdrabniania keku siarkowego

W oparciu o rozpoznanie literaturowe [1-9], własne badania nad rozdrabnianiem keku siarkowego oraz przy założeniu wydajności ciągu 50 Mg/h zaproponowano następujące ustawienie maszyn kruszących i przesiewających (rys. 3).

Nadawę zewnętrzną o uziarnieniu do 120 mm podawać na dwupokładowy przesiewacz wibracyjny o powierzchni czynnej ca 5,0 m². Prześwity oczek pokładu górnego 50 mm, zaś dolnego 5 lub 10 mm (w zależności od wymaganego składu ziarnowego wyrobu gotowego).

Nadziarno (50-120 mm) z przesiewacza kierować do kruszarki szczękowej (zalecany typ 40.27 produkcji krajowej), grupę frakcji 5-50 lub 10-50 mm podawać do granulatora stożkowego typu Symons (zalecany typ



Rys. 3. Schemat proponowanego układu ciągu technologicznego rozdrabniania keku.

Tabela nr 6

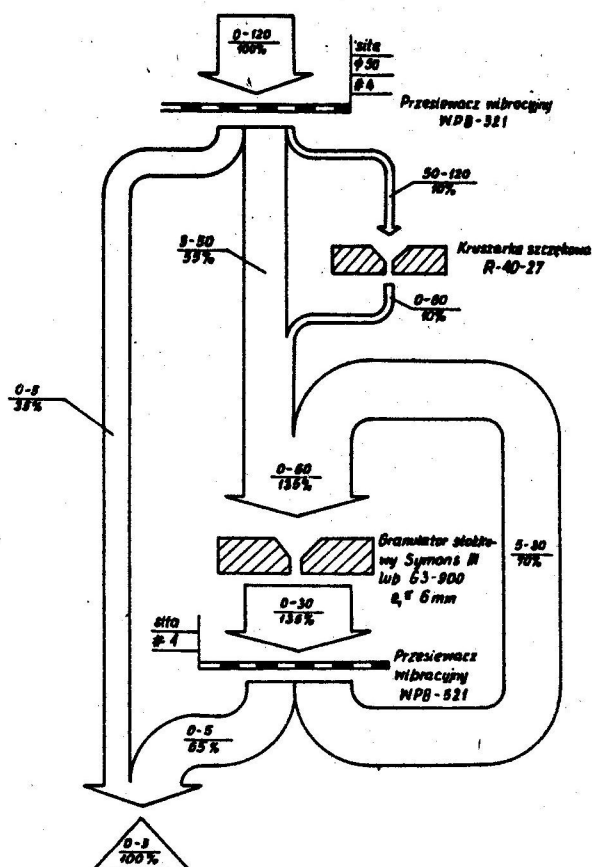
Obciążenie węzłów technologicznych proponowanego ciągu technologicznego rozdrabniania keku o wydajności 50 Mg/h przy wielkości szczeliny wypuszczej granulatora stożkowego Symons III, $e_1 = 6$ mm

Węzeł technologiczny	Wyrób gotowy o uziarnieniu			
	0,5 mm		0-10 mm	
	Obciążenie węzłów technologicznych			
	%	Mg/h	%	Mg/h
Przesiewacz wibracyjny WPB-521	100	50,0	100	50,0
Kruszarka szczękowa 40.27	10	5,0	10	5,0
Granulator stożkowy Symons III	135	67,5	46	23,0
Przesiewacz wibracyjny WPB-521	135	67,5	46	23,0

63-900 produkcji rumuńskiej lub 10.63 produkcji czeskiej), zaś frakcja 0-5 lub 0-10 mm stanowi wyrób gotowy. Produkt kruszarki szczękowej kierować jako nadawę na granulator stożkowy.

Produkt granulatora stożkowego podać na przesiewacz wibracyjny (jednopakładowy) o prześwicie oczek pokładu 5 lub 10 mm i powierzchni czynnej $5,0 \text{ m}^2$. Produkt górny z przesiewacza kierować jako nadawę na granulator stożkowy, zaś produkt dolny składować jako wyrób gotowy łącznie z grupą frakcji 0-5 mm lub 0-10 mm z wstępnego odsiewu.

Przy pracy granulatora stożkowego na szczelinie wypustowej wielkości 6 mm uzyska się obciążenie węzłów technologicznych podanych w tabeli 6 rys. 4.



Rys. 4. Schemat ilościowy wg. proponowanego układu ciągu technologicznego produkt końcowy 0-5 mm.

Ciąg technologiczny rozdrabniania keku siarkowego z uwagi na specyficzne cechy kruszonego materiału, winien być do tego celu przystosowany. I tak:

- dla zabezpieczenia ciągłej i efektywnej pracy urządzeń, niezależnie od warunków atmosferycznych, urządzenia rozdrabniające, przesiewające i taśmociągi powinny być zabezpieczone przed deszczem, a zsypy i przesypy rozdrabnianego materiału powinny posiadać osłony przeciwwietrzne,
- ciąg technologiczny rozdrabniania keku siarkowego powinien być wyposażony w instalację dopływu bieżącej wody do zraszania nadawy w przypadku nadmiernego obniżenia się wilgotności keku i wynikające stąd powstawania niebezpiecznych szczeń pyłu siarkowego,
- rozdrabniany kek winien posiadać wilgotność optymalną (ca 2,5%) zapewniającą dobre jego kruszenie w maszynach kruszących, niezalepianie się przeswytów oczek pokładów przesiewaczy wibracyjnych oraz minimalne wytwarzanie stężeń pyłu siarkowego,
- dla zapewnienia możliwości urzynywania czystości na terenie ciągu technologicznego rozdrabniającego kek siarkowy w zasadzie cały teren winien być utwardzony nawierzchnią bitumiczną,
- kek siarkowy przeznaczony do rozdrabniania winien być składowany na utwardzonych i zadaszonych placach składowych w hałdach nieprzekraczających 2,0 m wysokości (zabezpieczenie przed samozapłonem). Dopuszcza się składowanie keku siarkowego na wolnym powietrzu na utwardzonych placach w hałdach do 2,0 m wysokości przez okres 3-ch miesięcy, lecz na 2 tygodnie przed kruszeniem winien być on przemieszczony pod zadaszenie lub przechowywany w bezdeszczowej pogodzie,
- wyroby gotowe (przekruszony kek siarkowy) winny być składowane pod zadaszonymi i utwardzonymi placami składowymi w hałdach nieprzekraczających 1,5 m wysokości z uwagi na niezakończony proces mikrobiologicznego utleniania siarki.

6. Zakończenie

Z przedstawionych w opracowaniu badań nad rozdrabnianiem keku wykonanych przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Siarkowego "Siarkopol", Instytut Inżynierii Chemicznej i Budowy Aparatury Politechniki Śląskiej oraz badań własnych wynika, że istnieją potencjalne warunki rozdrabniania keku maszynami kruszącymi i sortującymi produkcji krajowej. Musi być jednak spełnionych wiele warunków, które w szczególności podano w pkt. 5.

Wobec konieczności zmniejszenia deficytu asfaltu i wypełniacza do mas bitumicznych, wykorzystanie keku w budownictwie drogowym staje się

jednym z pierwszoplanowych zadań drogownictwa. Stąd zachodzi konieczność budowy nitki technologicznej do rozdrabniania wyłącznie keku w układzie:

- przesiewacz wibracyjny,
- kruszarka szczękowa 40.27,
- granulator stożkowy typu Symons (G3-900 lub 10.63 lub 40.86),
- przesiewacz wibracyjny.

Bibliografia

- [1]. Analiza procesu rozdrabniania materiałów z uwzględnieniem możliwości zastosowania wybranych urządzeń do rozdrabniania keku siarkowego (opracowanie Politechniki Śląskiej).
- [2]. Badania wytrzymałościowe prób keku (opracowanie OBR PS).
- [3]. Bojanowicz A., Zieliński Z., Wpływ szczeliny wypustowej maszyn kruszących na skład granulometryczny produktu, *Drogownictwo* 2/72.
- [4]. Bojanowicz A., Zieliński Z., Efektywna wydajność niektórych kruszarek w zamkniętym obiegu kruszywa - Kamień, 1(26)1974 .
- [5]. Bojanowicz A., Broniewska A., Zieliński Z., Dobór zestawu kruszarek dla uzyskania wymaganego składu ziarnowego, *Górnictwo Odkrywkowe*, 6/1974.
- [6]. Bojanowicz A., Eksploatacja i kontrola ciągów technologicznych produkcji kruszyw łamanych, Wydawnictwo IBDM, 1980.
- [7]. Bojanowicz A., Walter Z., Wpływ zmienionych parametrów maszyn kruszących na ilość i jakość wyrobów gotowych w zamkniętych ciągach technologicznych, Konferencja naukowo-techniczna SITG nt. "Technika i technologia odkrywkowej eksploatacji złóż surowców skalnych, Kielce 20-21.11.1980.
- [8]. Ogólna charakterystyka keku siarkowego (opracowanie OBR PS).
- [9]. Badania nad zastosowaniem siarkowych odpadów parafinacyjnych keku do mieszanek mineralno-asfaltowych, (opracowanie OBR PS "Siarkopol").

ABSTRACT

Bojanowicz A., Walter Z., Kaźmierczak Z., 1985. Crushing of sulphur cake for highway construction. *Physicochem. Probl. Miner. Process.*, 17; 231-244 (polish text).

The paper contains a description of sulphur cake and discusses research on the crushing of this material carried out, so far, by the

Research and Development Centre of the Sulphur Industry - "Siarkopol" and the Institute of the Chemical Engineering and the Development of Equipment at the Silesian Technical University.

The research concerns mainly the establishment of the optimum parameters for the crushing equipment, especially:

- grading of the cake after crushing,
- loading of technological centres,
- effective capacity of the production line for crushing of the sulphur cake at Dąbrowa Tarnowska.

An arrangement of crushing and screening machines with the 50 Mg/h capacity was proposed.

The paper also gives additional conditions for crushing and storage of the sulphur cake.

СОДЕРЖАНИЕ

Боянович А., Вальтер З., Казьмерчак Р., 1985. Дробление серного кека для дорожностроительных целей. Физико-химические вопросы обогащения, 17; 231-238.

В реферате представлена характеристика серного кека, а также обобщено протечение исследований над дроблением кека, выполненных исследовательско-развивательным центром серной промышленности "Siarkopol" и факультетом химической инженерии и строительства аппаратуры Силезского политехнического института.

Представлено течение исследований над определением оптимальных технических параметров дробильных устройств, т.е.:

- гранулометрический состав продукта дробления,
- нагрузка технологических узлов,
- эффективная производительность технологической последовательности дробления серного кека в Домбове Тарновской.

Предложено расположение машин для бробления и грохочения серного кека с производительностью 50 Mg/h . Даны дополнительные условия дробления и хранения.