

Bolesław RACZYŃSKI
Bogusław KOMOSIŃSKI
IPIŚ PAN Zabrze

MODELOWANIE FILTRACJI W SPIEKANYCH PIASKACH KWARCOWYCH

Streszczenie. W referacie przedstawiono omówienie dotychczasowego stanu wiedzy dotyczącej badań i rozważań teoretycznych przepływu płynów przez warstwy porowate. Przeprowadzono badania piasków użytych do tworzenia spiekanych elementów filtracyjnych. Wykonane badania spiekanych elementów filtracyjnych dały podstawę do opracowania geometrycznego modelu filtra spiekanego z piasku kwarcowego. Na podstawie badań i obserwacji filtrów po eksploatacji opracowano model filtra spiekanego pod względem filtracji aerozoli i charakterystycznych dla filtracji strukturalnych parametrów filtra.

ANALIZA DOTYCHCZASOWYCH MODELI ZŁOŻA ZIARNISTEGO

Dotychczasowe modele, mimo że wniosły do teorii zagadnienia wiele nowych i interesujących rozwiązań pozwalających na zapoznanie się z zagadnieniem i jego problemami, nie są zadowalające z punktu widzenia zastosowań do analizy złóż rzeczywistych.

Dla konkretnych, stosowanych w technice, złóż należy się starać, aby przyjęte do rozważań kształty były możliwie zbliżone do rzeczywistych oraz aby model przepływu był możliwie zbliżony do rzeczywistego.

W dotychczasowych modelach można zauważyć, że o ile w pewnym względzie model opisuje stan rzeczywisty, to jednocześnie w innym względzie oddala się od niego w wyniku przyjętych założeń. Na przykład model zamkniętej kulistej komórki jest modelem w znacznej mierze abstrakcyjnym, bowiem nie istnieje złożo o porach w kształcie kuli lub zbliżonych do tego kształtu. W modelu cylindrycznej komórki zakłada się pewne oddalenie ziarn, aby strugi płynu po opłynięciu danej kuli mogły się połączyć i znów cylindryczną strugą napłynąć na następne ziarno - kulę. Przy takim założeniu możliwe jest skorzystanie z dotychczasowych dużych osiągnięć mechaniki płynów i mechaniki aerozoli w celu rozwiązania zagadnień filtracji przy opływie laminarnym. Taki stan w rzeczywistym filtrze jednak nie występuje. Sąsiednie ziarna stykają się ze sobą, a więc po opływie jednego ziarna nie następuje łączenie strug, lecz zaczyna się opływ ziarna następnego, przy czym stanem wyjściowym jest opływ sferycznego naroża, jakie tworzą stykające się kule. Jak wiadomo z mechaniki płynów, przy opływie naroża struga zmienia kierunek, mogą więc powstać zawirowania. W rzeczywistych fil-

trach, nawet z ziarnami zbliżonymi do kulistych (niektóre zwiroy i piaski), ziarna posiadają na swej powierzchni nierówności, na których mogą być generowane lokalne wiry, nawet przy małych liczbach Reynolda. Nie jest to równoznaczne z przepływem turbulentnym, bowiem lokalne wiry generowane na opływanych nierównościach nie ulegają w tym przypadku spontanicznemu rozwinięciu. Niemniej pozostają one w obszarze właśnie istotnym dla filtracji, trudno więc mówić o przepływie czysto laminarnym.

Z kolei przy tego typu przepływie z generacją wirów może być czasami zachowane z dostateczną dokładnością prawo przepływu laminarnego, mianowicie proporcjonalność oporu przepływu do prędkości w pierwszej potędze. Laminarne pole prędkości w interesującym obszarze zostanie jednak niewątpliwie zakłócone. Dlatego zakładanie w modelach filtracji a priori przepływu laminarnego, jeśli ma on być stosowany do złoża rzeczywistego, jest zabiegiem abstrakcyjnym dotąd, dopóki przepływ ten nie zostanie potwierdzony doświadczalnie w interesującym zakresie prędkości przepływu.

Może zaistnieć przypadek stosowalności prawa przepływu laminarnego do oporu przepływu i jednocześnie niestosowalności prawa oporu Stokesa dla ruchu cząstek pyłu opływających ziarno jako element filtracyjny.

W zakresie równania oporu przepływu przez złożo ziarniste interesujące nowe rozwiązanie dla przepływu laminarnego przedstawił Hulewicz [1]. Metoda rozwiązania polegała na sumowaniu oporu przepływu po wszystkich komórkach. Z wyprowadzenia wynika, że rozwiązanie to powinno być bardziej ścisłe, a tym samym dokładniejsze od dotychczasowych. Uzyskał też dobrą zgodność z doświadczeniem.

Dawne modele kanalikowe Kozeny i innych także odbiegają mocno od realnych złóż, zakładają bowiem zbiór równoległych kanalików (kapilar), z których każdy w istocie tworzy jakby jedną porę o objętości $V_p = S_p h$. Natomiast ograniczające je ściany bez por są jakby odrębnymi elementami o objętości $V_e = S_e h$ [3]. Parametr układu porowatego zwany porowatością jest zdefiniowany jako stosunek objętości por w układzie do objętości całego układu, na którą oczywiście składa się suma objętości por i objętości elementów (ziarn).

Tak więc:

$$\beta_v = \frac{V_p}{V} \quad (1)$$

Porowatość objętościową przy braku por otwartych lub półotwartych w ziarnach można łatwo zmierzyć wg znanego wzoru:

$$\beta_v = 1 - \frac{M}{\rho_z V} \quad (2)$$

Ewentualne pory zamknięte w ziarnach nie stanowią przeszkody, ponieważ uwzględnia je gęstość ziarn oznaczona piknometrycznie.

Innym rodzajem porowatości może być porowatość powierzchni przekroju ziarna, którą można nazwać porowatością powierzchniową, wg następującej definicji:

$$\beta_p = \frac{S_p}{S} = \frac{S_p}{S_d + S_e} \quad (3)$$

Prędkość przepływu w złożu na przekroju S_p w zależności od średniej prędkości dopływu płynu do warstwy (na przekroju S_d) wyraża zależność:

$$u = \frac{w}{\beta_p} \quad (4)$$

wynikające z oczywistych stosunków $u = Q/S_p$ oraz $w = Q/S$. Stosuje się również zależność:

$$\beta_l = \frac{D_p}{D_p + D_e} \quad (5)$$

którą można określić jako porowatość liniową. Zależność ta jest często stosowana w literaturze i identyfikowana z porowatością objętościową.

Obliczając ze stosunku (5) D_p otrzymuje się:

$$D_p = D_e \frac{\beta_l}{1 - \beta_l} \quad (6)$$

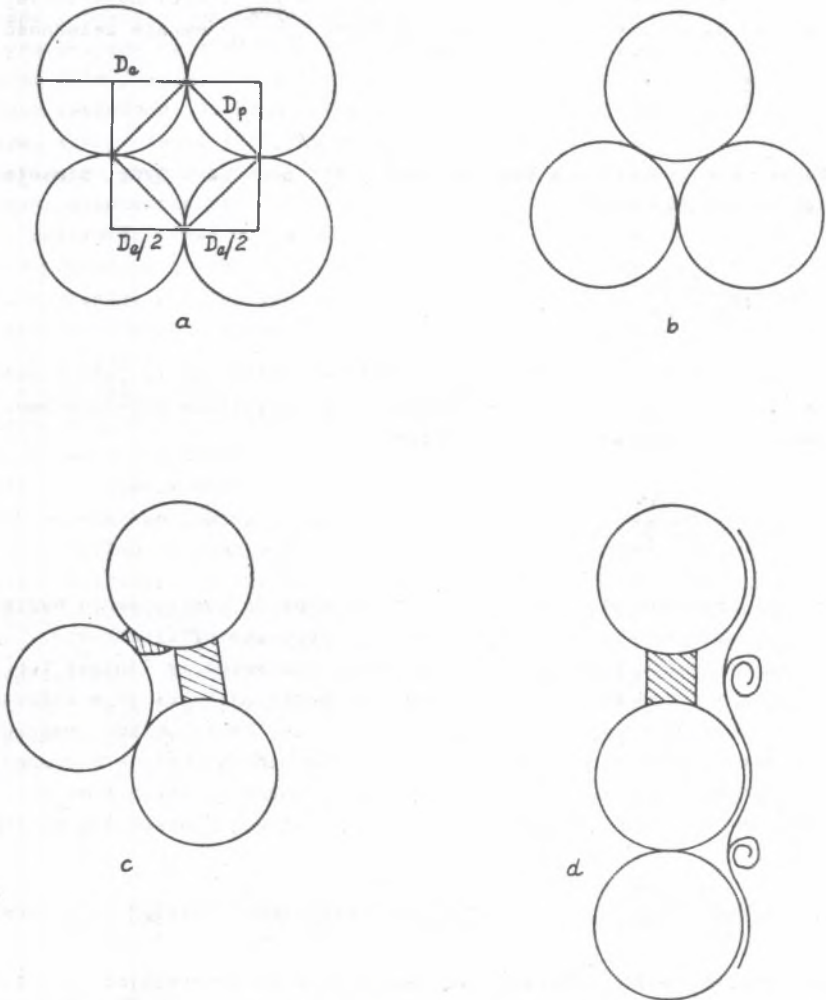
Ta właśnie zależność jest najczęściej stosowana do zastępowania wymiaru pory D_p wymiarem elementu D_e w funkcji porowatości (liniowej).

Porowatość powierzchniową można zastąpić porowatością liniową lub objętościową, gdy porowatości te są równe. Dokładnie zachodzi to w układach, w których kształty por i elementów są jednakowe. Takie układy utworzone nawet z nasypu elementów regularnych (np. sześciątów, walców o średnicy równej wysokości lub tym bardziej kul) nie występują, toteż przyjmowanie równości $\beta_v = \beta_p = \beta_l$ odbiega od stanu w realnych złożach lub spiekach.

MODELOWANIE OPORU PRZEPŁYWU W FILTRZE SPIEKANYM Z PIASKU KWARCOWEGO

Geometryczny model filtru spiekane go oparto na obserwacjach mikroskopowych ziarn stoowanego w niniejszej pracy piasku kwarcowego, mikroskopowych pomiarach wymiarów ziarn tego piasku, zarówno w płaszczyźnie projekcji, jak ich grubości, z określeniem stopnia anizotropii powierzchniowej i objętościowej [2]. Ponadto model oparto na mikroskopowych obserwacjach powierzchni wytwarzanych spieków z piasku kwarcowego. W wyniku badań

stwierdzono, że ziarna piasku wykazują anizometrię powierzchniową ok. 8%, natomiast grubościową - ok. 15%. Obserwacje mikroskopowe powierzchni wytworzonych w tej pracy filtrów wykazały, że ponad 95% por ma w przekroju kształt czworoboku o wygiętych (wklęsłych) bokach. Odpowiada to ułożeniu kul jak na rys. 1a, przy czym w całej objętości odpowiadałoby to ułożeniu kul jedna na drugiej, bez zakrywania por, gdyż wtedy musiałaby zaistnieć przewaga por o przekroju trójkąta z wklęsłymi bokami (rys. 1b). Taki układ



Rys. 1. Schemat do wyjaśnienia geometrycznego i przepływowego modelu złoża ziarnistego

Fig. 1. Diagram explaining geometrical and flow models of a high silica sand sinter bed

nie jest realny, toteż przeprowadzono dalsze badania za pomocą mikroskopu scanningowego. Jak wynika z rysunku 1c, prezentującego zdjęcia scanningowe, ziarna w spieku w wyniku stosowania lepiszcza są w wielu przypadkach odsunięte od siebie na pewną odległość i połączone tzw. "szyjkami". Odsunięcie takie może też wystąpić wskutek istnienia na ziarnie nierówności (defektu zasadniczego kształtu). Pomimo więc usytuowania ziarna w pozycji przykrywającej czworoboczną porę lub jej część, bardzo rzadko występują pory trójkątne, lecz takie jak pokazano schematycznie na rys. 1c. Tworzą się więc pory np. pięcioboczne, zwykle jednak o jednym boku małym, a więc zbliżone kształtem do pory przedstawionej na rys. 1a.

Pory filtru są więc bryłami o płaskich podstawach i sferycznych wklęsłych ścianach, prawdopodobnie w większości zbliżonymi do sześciątów o płaskich podstawach i sferycznych wklęsłych ścianach.

Przyjęto więc następujący geometryczny model filtru:

- 1) elementy filtru (ziarna) są kulami o średnicy D_e ,
- 2) pory filtru aproksymuje się sześcianiem o krawędzi D_p (rys. 1a).

Z poprzednich rozważań nasuwa się wniosek, że poszukiwanie elementarnej komórki układu ziarnistego, spełniającej jednocześnie warunki geometryczne, przepływowe pod względem oporu przepływu i przepływowe pod względem opływu elementów związanych z nim mechanizmów filtracji nie jest konieczne, a nawet prawdopodobnie nie dające się zrealizować.

Prędkość przepływu w złożu ziarnistym, wyrażona wzorem (4), w zależności od znanej i określonej prędkości dopływu zmienia się wzdłuż pory o zmiennym przekroju. Aby więc spełniała ona warunek średniej prędkości, wymaga określenia średniej powierzchni przekroju pory, reprezentującej wtedy wymaganą dla wzoru (4) porowatość powierzchniową. Prędkość ta będzie w tym przypadku reprezentatywna dla oporu przepływu płynu przez filtr. W celu modelowania oporu przepływu przez filtr (ciało porowate) niezbędne jest dysponowanie zależnością porowatości powierzchniowej od porowatości objętościowej, a także zależnością średniego wymiaru por od średniego wymiaru elementów filtru (ziaren). W równaniu oporu występuje bowiem wymiar pory i porowatość powierzchniowa (wzór (4)), które to wielkości są bardzo trudne do bezpośredniego oznaczenia, a w wielu przypadkach pomiary tych wielkości są nie do zrealizowania. Natomiast porowatość objętościowa oraz średni wymiar elementów filtru można na ogół oznaczyć doświadczalnie wystarczająco dokładnie. W odniesieniu do filtrów spiekanych z piasku kwarcowego metody pomiaru powyższych wielkości zostały opisane w pracy [2].

Filtr elementarny składa się z jednego elementu i jednej pory, zatem we wzorze (1) $v = v_p + v_e$, a więc wzór ten można napisać w postaci:

$$\beta_v = \frac{v_p}{v_p + v_e} \quad (7)$$

Ponieważ $V_p = \Psi_{vp} D_p^3$, a $V_e = \Psi_{ve} D_e^3$, więc po podstawieniu tych związków do wzoru (7) i przekształceniu otrzymuje się zależność wymiaru pory (D_p) od wymiaru elementu (D_e) w postaci:

$$D_p = D_e \sqrt{\frac{\Psi_{ve}}{\Psi_{vp}} \frac{\beta_v}{1 - \beta_v}} \quad (8)$$

Z kolei we wzorze (3) $S_p = \Psi_{sp} D_p^2$, $S_e = \Psi_{se} D_e^2$, a ponieważ powierzchnia wlotowa pory ma ten sam kształt co dowolny przekrój pory zastępczej oraz przeważnie przyjmuje się modele, w których wymiar powierzchni wlotowej pory jest równy wymiarowi elementu, zatem $S_d = \Psi_{sp} D_e^2$. Wobec tego wzór (3) przyjmuje postać:

$$\beta_p = \frac{\Psi_{sp} D_p^2}{\Psi_{sp} D_e^2 + \Psi_{se} D_e^2} \quad (9)$$

stąd:

$$D_p = D_e \sqrt{\frac{\Psi_{sp} + \Psi_{se}}{\Psi_{sp}} \beta_p} \quad (10)$$

Dzieląc stronami wyrażenia (8) i (10) otrzymuje się po przekształceniu następujący związek między porowatością powierzchniową i objętościową:

$$\beta_p = \frac{\Psi_{sp}}{\Psi_{sp} + \Psi_{se}} \sqrt[3]{\left(\frac{\Psi_{ve}}{\Psi_{vp}} \frac{\beta_v}{1 - \beta_v}\right)^2} \quad (11)$$

Zgodnie z przyjętym wyżej geometrycznym modelem dla filtra spiekanego z piasku kwarcowego, tzn. równoważnej sześcienniej pory i kulistego ziarna, jest $\Psi_{sp} = 1$, $\Psi_{vp} = 1$, $\Psi_{se} = \pi/4 = 0,785$, $\Psi_{ve} = \pi/6 = 0,5233$. Podstawiając te wartości do wzorów (8) i (11) otrzymuje się:

$$D_p = 0,8059 D_e \sqrt[3]{\frac{\beta_v}{1 - \beta_v}} \quad (12)$$

oraz:

$$\beta_p = 0,3638 \sqrt[3]{\left(\frac{\beta_v}{1 - \beta_v}\right)^2} \quad (13)$$

Zależności (12) i (13) dotyczą modelu złoża nasypowego lub spiekanego - kuliste ziarno i sześcienna pora. Teoretycznie porowatość takiego modelu

wynosi $\beta_v \approx 0,477$. W rzeczywistości, dla filtrów spiekanych wskutek procesu spiekania z dodatkiem środków wiążących porowatość niewątpliwie będzie się różnić od teoretycznej, przy czym dla ustalonej technologii spiekania porowatość objętościową powinna być stała niezależnie od wymiaru ziarna. W takim przypadku wzory (12) i (13) są łatwe do zweryfikowania dla warunków zbliżonych do rzeczywistych za pomocą podstawienia do nich średniej porowatości doświadczalnej. Istotne dla badanych filtrów spiekanych z piasku kwarcowego, przy ustalonej technologii ich wytwarzania i sitowych przedziałów wymiarów ziarn 100-160 μm , 160-200 μm , 200-320 μm oraz 320-400 μm otrzymano doświadczalne wartości objętościowej porowatości filtrów od 0,3 do 0,36. Pewien rozrzut porowatości należy (oprócz błędów pomiarów) przypisać zmianom rodzaju i proporcji składników wiążących. Tak więc dla badanych filtrów spiekanych z piasku kwarcowego, przy ustalonej technologii i wytwarzania, po podstawieniu do zależności (12) i (13) średniej rzeczywistej porowatości $\beta_v = 0,33$ otrzymuje się:

$$D_p = 0,6364 D_e \quad (14)$$

oraz:

$$\beta_p = 0,227.$$

Równanie oporu przepływu przez filtr w zakresie prostoliniowego przebiegu zależności oporu od prędkości przepływu ma postać:

$$\Delta P = \frac{\mu v h}{D_p^2} \quad (15)$$

Stosując do niego zależności (14), (12) i (13) otrzymujemy równanie oporu dla filtru spiekanego z piasku kwarcowego, przy ustalonej technologii wytwarzania filtru, nie zmieniającej w znaczny sposób objętościowej porowatości filtru:

$$\Delta P = 4,23b \frac{\mu v h}{D_e^2} \left(\frac{1 - \beta_v}{\beta_v} \right)^{4/3} \quad (16)$$

OPISOWY MODEL FILTRACJI W FILTRZE SPIEKANYM Z PIASKU KWARCOWEGO

Obserwacje powierzchni dopływu filtru i jego wnętrza po eksploatacji wykazały, co następuje [4]:

- a) Na powierzchni dopływu powstaje stosunkowo gruba warstwa pyłu, tzw. "placok", który niewątpliwie stanowi praktycznie nieprzepuszczalną warstwę dla dopływających dalszych cząstek pyłu.

b) Ziarna wewnątrz filtru są stosunkowo czyste, co wynika z badań mikroskopowych przełomów spieków, tzn. ich powierzchni nie pokrywa warstwa pyłu, lecz pojedyncze drobne cząstki oraz w mniejszym zakresie aglomeraty tych cząstek. Wymiary aglomeratów wynoszą najczęściej od 5-30 μm , podczas gdy średni wymiar geometryczny pojedynczych cząstek pyłu wynosi około 1,5 μm , a maksymalny ok. 10 μm . Wynika stąd, że filtrację w filtrze spiekany można traktować jako ustaloną, tzn. nie zmieniającą w czasie w sposób znaczący strukturalnych parametrów filtru (porowatości, wymiaru elementów filtracyjnych -- ziarn oraz wymiaru por).

W związku z pkt b) można przyjąć postulat, że przechodzenie cząstek do wnętrza filtru, a w tym przypadku niewątpliwie także ich części poza filtr, co powoduje, że skuteczność filtru jest mniejsza od jedności, następuje wskutek ich porywania przez przepływ z końcowych warstw "placka".

Przyjęto więc następujący model filtru spiekane pod względem filtracji:

- 1) Skuteczność warstwy pyłu, osadzonej na powierzchni dopływu ("placka") wynosi 1.
- 2) Wewnątrz filtru filtracja ma charakter ustalony, tzn. nie zmienia w sposób znaczący parametrów strukturalnych filtru (porowatości objętościowej i powierzchniowej, wymiaru ziarn i wymiaru por).
- 3) Filtracja zachodzi w bezpośredniej bliskości elementów wskutek mechanizmów działających na opływające ziarno cząstki pyłu; pozostały obszar jest pod względem filtracji nieczynny, a powierzchnia przekroju pory limituje jedynie średnią prędkość przepływu, będącą jednocześnie prędkością początkową napływu na ziarno.
- 4) Średnia prędkość opływu, mająca bezpośredni wpływ na filtrację, wynika z pola prędkości opływu ziarna, wg [5]:

$$v = \frac{w}{2H\beta_p} \quad (17)$$

przy czym w przypadku opływu zaburzonego czynnik hydrodynamiczny H wynikający z pola prędkości i będący funkcją porowatości powierzchniowej jest stałą liczbową.

- 5) Opływ zachodzi bez łączenia strug za ziarnem, natomiast z opływem naroży (rys. 1d), przy czym nie zakłada się z góry rodzaju tego opływu.

Odnosnie do strukturalnych parametrów filtru, to - jak wynika z przeprowadzonych poprzednich rozważań - podstawowe znaczenie mają:

- wymiar ziarna D_g ,
- powierzchniowa porowatość filtru β_p .

Jak widać, w przyjętym modelu zastosowano inny układ geometrii złoża oraz inny układ dla opływu ziarn. Odnosnie do opływu, to model ten jest

podobny do "komórki" Happela lub Kuwabary, nie zakłada jednak koniecznie opływu laminarnego.

Nie ma - jak się wydaje - żadnego powodu, aby ta sama modelowa "komórka" spełniała jednocześnie warunki opływu i warunki geometryczne złoża ziarnistego.

Przedstawiony model opisowy może stanowić podstawę opracowania matematycznego modelu filtracji w filtrze spiekany z piasku kwarcowego, prowadzącego w efekcie do użytkowych wzorów projektowych i optymalizacyjnych.

BADANIA SPIEKÓW WYTWORZONYCH W IPIS PAN ZABRZE ORAZ SPIEKÓW IMPORTOWANYCH Z RFN

W Instytucie Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze opracowana została technologia otrzymywania spiekanych elementów filtracyjnych z piasku kwarcowego. Wytworzone na podstawie tej technologii spiekane elementy filtracyjne poddane zostały badaniom w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych przy odpylaniu gazów z procesu produkcji kerbidu. Badania prowadzono w takich samych warunkach, w jakich pracują importowane z RFN elementy filtracyjne glino-krzemianowe. W toku prowadzonych badań nie stwierdzono żadnych niekorzystnych zmian w elementach filtracyjnych wykonanych na bazie piasku kwarcowego.

Wyniki badań, jakie uzyskano w warunkach laboratoryjnych dla obu rodzajów filtrów, zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Porównanie wyników badań niektórych parametrów elementów filtracyjnych z piasku kwarcowego i glino-krzemianów

Parametr	Wymiar	Spieki z piasku kwarcowego prod. IPIS PAN	Spieki glino-krzemianowe prod. RFN
Porowatość objętościowa	%	33	42
Wytrzymałość na ściskanie	MPa	36	19
Masa elementu o dł. 330 mm	kg	1,8	1,3
Granulacja materiału wyjściowego	μm	160-200	0,1-0,5
Temperatura pracy	$^{\circ}\text{C}$	700	600-800
Opór dla przepływu powietrza przy prędkości			
$w = 0,44 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$	Pa	80-90	70-85
$w = 0,88 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$	Pa	200-220	190-210
$w = 1,76 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$	Pa	320-340	300-330

Z przedstawionych wyników badań widać, że spieki wytworzone na bazie glino-krzemianów posiadają wyższą porowatość oraz niższą masę elementu filtracyjnego w porównaniu ze spiekami wytworzonymi na bazie piasku kwarcowego. Natomiast spieki z piasku kwarcowego posiadają wyższą wytrzymałość na ściskanie oraz istnieje możliwość tworzenia spieków przy zastosowaniu różnych i dowolnych granulacji piasku, co stwarza szersze możliwości doboru określonego rodzaju spieku do rodzaju filtrowanego aerozolu.

OZNACZENIA

- b - stała liczbowa
- D_e - średnica lub zastępcza średnica elementu filtracyjnego (ziarna)
- D_p - średnica zastępcza lub inny zastępczy wymiar pory
- h - wysokość (grubość) złoża ziarnistego (liczona w kierunku dopływu płynu)
- H - czynnik hydrodynamiczny wynikający z funkcji prądu
- ΔP - spadek ciśnienia płynu (opór) w złożu podczas przepływu
- S - powierzchnia przekroju złoża prostopadła do kierunku przepływu
- S_p - powierzchnia przekroju pojedynczej pory, prostopadła do przepływu
- S_e - powierzchnia przekroju pojedynczego elementu (ziarna)
- u - prędkość przepływu płynu
- w - prędkość dopływu płynu do złoża
- v - średnia prędkość opływu wynikająca z pola prędkości opływu elementu (ziarna)
- V - objętość gabarytowa układu porowatego (złoża) lub objętość elementarna
- V_p - objętość por w złożu
- V_p - objętość pojedynczej pory
- V_e - objętość pojedynczego elementu filtracyjnego (ziarna)
- β_l - porowatość liniowa układu porowatego (złoża)
- β_p - porowatość powierzchniowa układu porowatego (złoża)
- β_v - porowatość objętościowa układu porowatego (złoża)
- μ - dynamiczna lepkość płynu
- Ψ_{sp} - współczynnik zastępczego kształtu powierzchni przekroju pory
- Ψ_{se} - współczynnik zastępczego kształtu powierzchni przekroju elementu filtracyjnego (ziarna)

- Ψ_{vp} - współczynnik zastępczego kształtu objętości pory
 Ψ_{ve} - współczynnik zastępczego kształtu objętości elementu filtracyjnego (ziarna)

LITERATURA

- [1] Hulewicz Z.Z.: Prosta i złożona filtracja ustalona układów aerozolowych w warstwach złóż ziarnistych. Prace Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii, Warszawa 1987.
- [2] Raczyński B., Gutowski W., Komosiński S.: Technologia otrzymywania filtrów spiekanych z piasku kwarcowego. Praca IDIS PAN Zabrze, CPBR 11.4/01, etap I, 1986.
- [3] Neale H.N., Nader W.K.: Amer. Inst. Chem. Eng., t. 20(1974), s. 530.
- [4] Raczyński B., Gutowski W., Komosiński B.: Technologia otrzymywania filtrów spiekanych z piasku kwarcowego. Prace IPIS PAN Zabrze, CPBR 11.04/01, etap II, 1987.
- [5] Davies C.N.: Air filtration. Ac. Press, London, New York 1973.

ПРОТОЧНАЯ МОДЕЛЬ СПЕЧЕННОГО АГЛОМЕРАТА ИЗ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА
 С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ

Р е з ю м е

В докладе представлено существующее состояние знаний по исследованиям протекания жидкостей сквозь пористые слои. Был тоже проведен анализ существующих моделей зернистых слоев (фильтров).

Даются теоретические основы протекания жидкости сквозь зернистый слой. Были проведены исследования анизотропии кварцевого песка из разных карьеров. Эти исследования разрешили употребить для производства спеченных фильтрационных элементов песок с наименьшим коэффициентом анизотропии. Проводились микроскопические исследования полученных спеков из кварцевого песка.

Результаты этих исследований были основой для определения наилучшей формы спека из кварцевого песка. Были тоже проведены исследования объемной пористости полученных спеков и определены зависимости между объемной, линейной и поверхностной пористостями.

Проведенные экспериментальные исследования и теоретические рассуждения позволили разработать модель спеченного агломерата из кварцевого песка учитывающую фильтрацию аэрозолей.

FLOW MODEL OF A HIGH-SILICA SAND SINTER BED FROM POINT
OF VIEW OF AEROSOL FILTRATION

S u m m a r y

The paper presents the present knowledge referring to fluid flow through porous layers. Models of grainy beds applied so far have been analyzed. Tests of anisometry of high - silica sands from various mines and microscope tests of obtained sinters have been carried out. The tests have given the basis for assuming the most suitable shape of the pore of the sinter. The experiments carried out and theoretical analysis have resulted in working out a model of a high-silica sand sinter bed in respect of aerosol filtration.