

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242880 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436471**

(22) Data zgłoszenia: **2020.12.23**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.06.27 BUP 26/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.08 WUP 19/2023**

(51) MKP:

H01M 4/1393 (2010.01)

H01M 4/133 (2010.01)

H01M 4/04 (2006.01)

B01F 33/45 (2022.01)

B09B 3/35 (2022.01)

B02C 17/00 (2006.01)

B02C 17/16 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**NEW ENERGY TRANSFER
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Warszawa, PL
King Abdulaziz City for Science
and Technology, Riyadh, SA**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ALEKSANDER WIDUCH, Warszawa, PL
YOUSEF AL YOUSEF, Riyadh, SA**

(74) Pełnomocnik:

Rafał Parczewski, Piaseczno, PL

(54) Tytuł:

**Sposób przygotowania materiału do produkcji anody oraz urządzenie do realizacji
tego sposobu**

PL 242880 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób przygotowania materiału do produkcji anody oraz urządzenie do realizacji tego sposobu. Wynalazek należy do dziedziny techniki przygotowania materiału do wytwarzania anod.

Wynalazek rozwiązuje problem techniczny poprawy efektywności energetycznej procesu suszenia materiału do przygotowania anod.

Przechowywanie energii elektrycznej w akumulatorach to jedna z najpopularniejszych metod magazynowania energii elektrycznej. Ze względu na łatwość ich stosowania w urządzeniach oraz możliwość dowolnej konfiguracji baterie dominują na rynku magazynów energii elektrycznej każdej skali a dzięki trwającej rewolucji transportowej opartej na elektromobilności, w najbliższych latach staną się podstawą kolejnej gałęzi przemysłu. Kluczową więc kwestią będzie zapewnienie odpowiedniej ilości naturalnego surowca do produkcji baterii w znanej nam technologii oraz prowadzenie badań nad nowymi sposobami magazynowania energii elektrycznej.

Anoda jest elektrodą ujemną baterii i jest zawsze związana z utlenianiem lub uwalnianiem elektronów do obwodu zewnętrznego. W ogniwie ładowalnym anoda jest biegunem dodatnim a rozładowywanym jest biegunem ujemnym. Zdecydowana większość najpopularniejszych aktualnie akumulatorów litowo-jonowych wykorzystuje proszek grafitowy jako materiał anodowy. Ze względu na różnorodność form wyróżnia się kilka rodzajów grafitu. Grafit jako materiał może być wytwarzany syntetycznie (sztuczny grafit) lub wydobywany z ziemi (grafit naturalny), a następnie intensywnie przetwarzane przed wypaleniem na folii miedzianej, która ma służyć jako materiał anody. Anody grafitowe spełniają wymagania napięciowe większości popularnych katod litowo-jonowych, są stosunkowo niedrogie, wyjątkowo lekkie, porowate i trwałe. Należy zaznaczyć, że grafit jest największym surowcem wejściowym do całego akumulatora litowo-jonowego stąd jego cena w ostatnich latach znacząco wzrosła oraz pojawiły się pierwsze oznaki ograniczania dostępności.

Od lat trwają prace mające na celu poprawę parametrów pracy oraz obniżenia kosztów akumulatorów. Jednym z kierunków jest wykorzystanie popiołu lotnego odzyskiwanego z procesów spalania. Same popioły lotne stosowane są od wielu lat, głównie w przemyśle chemicznym jako dodatki do proszków do prania, w krakingu katalitycznym ropy naftowej oraz w inżynierii środowiska jako substancje adsorbujące. Wytwarzane są z nich również mezoporowate sita molekularne o precyzyjnych, jednolitych rozmiarach istniejących porów. Wykonując szereg obróbek termicznych i chemicznych możemy uzyskać węgiel aktywny z cząstek popiołów lotnych, który po przygotowaniu może być wykorzystywany jako materiał do produkcji anody, zastępując grafit. Obróbka ta jednak, głównie ze względu na wymóg mielenia i suszenia materiału, jest procesem wysoce energochłonnym.

Popioły lotne z oleju ciężkiego (Heavy Oil Fly Ash – HOFA) są głównymi odpadami stałymi wytwarzanymi w instalacjach spalania, a ich utylizacja powoduje szereg problemów ekonomicznych i środowiskowych na całym świecie. Coraz więcej mówi się o szerokich możliwościach wykorzystania tych substancji we współczesnym przemyśle, jednak aby mogły być powszechnie zastosowane wymagają zaawansowanej obróbki. Popiół lotny ze spalania oleju jest już wykorzystywany do produkcji zeolitów i materiałów mezoporowatych lub do produkcji węgla aktywnego, które są materiałami szeroko stosowanymi w przemyśle. Ponieważ ich ponowne wykorzystanie w produkcji betonu i cementu, będącego aktualnie główną drogą utylizacji, jest ograniczone przez udział niespalonego obecnego węgla, oddzielenie i dalsze wykorzystanie właśnie węgla jako prekursora produktów o wartości dodanej, takich jak anody, przyczyniłoby się do rozwiązania powyższych problemów i intensyfikacji wpływu gospodarki o obiegu zamkniętym.

Samo zastosowanie HOFA jako zamiennika krzemu w anodzie zostało już wielokrotnie rozpoznane a jego zasadność potwierdzona. Dużym ograniczeniem jest wielkość ziarna materiału umożliwiająca jego zastosowanie. Drobnio zmielone cząsteczki grafitu lub HOFA w powłokach elektrod są łatwiej penetrowane przez jony litu, co poprawia przewodność baterii. Ma to wpływ na szybkość ładowania akumulatora i jego rozładowywanie. Drobnio zmielone cząsteczki HOFA umożliwiają produkcję wysokiej jakości akumulatorów litowo-jonowych. Dobra fragmentacja cząsteczek popiołów lotnych pomaga również baterii dłużej utrzymać ładunek. Wielkość ziaren popiołu lotnego ma znaczenie, ponieważ rozmiar tego składnika zmniejsza odległość, na jaką muszą migrować jony litu. Poprawia to wydajność ładowania i obniża temperaturę podczas ładowania i rozładowywania. Celowe jest więc mielenie pyłu powstającego w procesie spalania tak by jakość wykonanej przy jego pomocy anody była najwyższa.

Najpopularniejsze metody zmniejszania rozmiaru ziarna popiołu lotnego wykorzystują młyny. W zależności od oczekiwanych rezultatów oraz wsadowego materiału stosować możemy młyny szybkie, średniobieżne, wolnoobrotowe, bądź drobno lub ultra-mielące. Młyny drobno i ultra-mielące standardowego typu zalecane są dla materiałów niepalnych i nie wybuchowych z dziedziny materiałów budowlanych i przemysłu chemicznego o wilgotności mniejszej niż 6%. W przypadku konieczności rozdrobnienia materiałów palnych należy obniżyć zawartość tlenu w atmosferze mielenia. Kluczowym parametrem, poza wielkością ziarna, mającym wpływ na końcową efektywność mielenia ma wilgotność mieszaniny mielonej. Z tego względu bezpośrednio porównanie różnych typów młynów do siebie jest utrudnione a ich wydajność trudno przeskalowywać bazując na istniejących instalacjach. Ciekawym, acz aktualnie mało spotykanym rozwiązaniem jest zastosowanie młyna elektromagnetycznego. Przy wydajności 1 Mg/h urządzenie pobiera około 4 kW mocy. Jednostkowe zużycie energii w wysokości 4 kWh na tonę produktu zmielonego jest ponad 2 – krotnie niższe niż dla młynów misowo-rolowych oraz nawet 10 – krotnie niższe niż w przypadku młynów kulowych. Dodatkowo sama masa mielników jest niewielka – około 4 do 6 kg w przypadku młyna o wydajności 10 Mg/h. Technologia młyna elektromagnetycznego jest szczególnie przydatna w przypadku mielenia ultra-drobnego, przy wielkościach ziaren leżących poza zasięgiem rozwiązań konwencjonalnych, lub gdy uzyskanie tak drobnej frakcji wymagałoby niewspółmiernych nakładów energetycznych. Odmianą zaletą jest także możliwość mielenia materiałów o wyższej wilgotności, ułatwiając ich suszenie, poprzez wydzielanie dużej ilości wysokiej jakości ciepła będącego produktem ubocznym procesu mielenia, czyniąc tego rodzaju młyn idealnym do przygotowania materiału do produkcji anody ze względu na jego wysoką początkową wilgotność.

Zastosowanie HOFA bądź innych rodzajów popiołów lotnych, w materiale anody (baterii bądź ogniwa paliwowego) jest znane. Y. Jiang w publikacji „A sustainable route from fly ash to silicon nanorods for high performance lithium ion batteries”, Chemical Engineering Journal 330 (2017) 1052–1059, dokładnie przeanalizowali możliwość zastosowania popiołów lotnych w anodach baterii litowo-jonowych wskazując na przymus dokładnego ich mielenia oraz wysoką skuteczność zastosowania tak przygotowanego produktu.

S. Ujii i E. Yagasaki w publikacji Characterization of EP-ash, collected at fossil fuel power plants, as electrode material przeanalizowali dodatek popiołu lotnego do materiału anody baterii wskazując zalety takiego zastosowania.

I. Cameán i A.B. Garcia w publikacji „Graphite materials prepared by HTT of unburned carbon from coal combustion fly ashes: Performance as anodes in lithium-ion batteries”, Journal of Power Sources 196 (2011) 4816–4820 przeanalizowali procedurę przygotowania popiołu lotnego oraz wpływ przygotowanej w ten sposób anody na parametry baterii.

W zgłoszeniu CN102263230 Chen Bokun, Wu Yuxiang i Zhou Xiancong przedstawia anodę wykonaną z różnych rodzajów popiołów lotnych wraz z metodą jej wykonania. Wynalazcy także stosują w swojej metodzie młyn, jednak typu kulowego a następnie wypiekają substrat w piecu przy temperaturze 3000°C. W rozwiązaniu wg wynalazku proces mielenia oraz suszenia jest procesem jednoczesnym, realizowanym przy ciśnieniu niższym od atmosferycznym umożliwiając osuszenie materiału w bardzo krótkim czasie korzystając z ciepła odpadowego generowanego przez młyn elektromagnetyczny.

W zgłoszeniu CN107834052 Liu Xiaoyan i Xing An przedstawia metodę wykorzystanie materiałów pochodzących z popiołów lotnych do produkcji anody. Proces obejmuje głównie reakcje chemiczne oraz suszenie w temperaturze 600°C przez ponad 400 godzin. W rozwiązaniu wg wynalazku jednoczesne suszenie przy ciśnieniu niższym od atmosferycznym wraz z mieleniem gwarantującym doskonałe mieszanie umożliwia znaczące skrócenie procesu oraz obniżenie temperatury przy wyższej skuteczności. Proces wg wynalazku jest więc wyraźnie bardziej efektywny energetycznie oraz krótszy.

Celem wynalazku jest opracowanie nowej metody przygotowania materiału do produkcji anody oraz urządzenia do przygotowania materiału do produkcji anody według tej metody.

Proces przygotowania materiału do produkcji anody jest nieodwracalnie związany z rozdrobnieniem i wysuszeniem wstępnie przygotowanych popiołów lotnych, które mogą pochodzić ze spalania oleju bądź innych nośników energii, dostarczanych jako materiał mokry.

Istotą wynalazku jest Sposób przygotowania materiału do produkcji anody, gdzie w pierwszej kolejności przy pomocy podajnika ślimakowego do komory młyna podaje się materiał do mielenia będący popiołem o wilgotności od 30% do 50% ze spalania paliw, następnie przy pomocy mielników wprawianych w ruch przy pomocy wzbudników elektromagnetycznych młyna elektromagnetycznego zasilanych prądem przemiennym wzbudzając znajdujące się wewnątrz komory młyna magnetyczne mielniki których łączna masa wynosi od 100% do 150% masy mielonego materiału. Materiał mieli się od 5 do

30 minut. Bezpośrednio po rozpoczęciu procesu mielenia otwiera się zawór odcinający sztywnego rurociągu odprowadzenia pary wodnej i w trakcie mielenia parę wodną z mielonego materiału odprowadza się do chłodnicy pary wodnej – dzięki panującemu w niej podciśnieniu wynikającemu ze skraplania pary wodnej – za pośrednictwem rurociągu odprowadzania pary wodnej sztywnego i elastycznego rurociągu odprowadzenia pary wodnej. Skroplona część pary wodnej zostaje odprowadzona króćcem odprowadzania pary wodnej a pozostała część pary wodnej jest zasysana rurociągiem przez urządzenie adsorpcyjne i po skropleniu odprowadzana króćcem odprowadzania skroplin. Po zakończeniu procesu mielenia zawór odcinający zostaje zamknięty a zawór odcinający rurociągu odprowadzenia zmielonego materiału zostaje otwarty. Następnie uzupełnia się komorę młyna nową porcją materiału do mielenia do osiągnięcia wagi z zakresu 70% – 100% wagi mielników, która wypycha zmielony materiał do zbiornika zmielonego materiału przez rurociąg odprowadzenia zmielonego materiału. Para wodna ze zmielonego materiału znajdującego się w zbiorniku zmielonego materiału jest zasysana przez urządzenie adsorpcyjne za pośrednictwem rurociągu odprowadzenia pary wodnej.

Urządzenie do przygotowania materiału do produkcji anody według sposobu zawierające młyn elektromagnetyczny, gdzie wokół komory młyna rozlokowanych jest sześć wzbudników elektromagnetycznych będących częścią młyna elektromagnetycznego a wewnątrz komory młyna znajduje się od 10 do 100 magnetycznych mielników w postaci prętów stalowych o średnicy 1–3 mm i długości 5–20 mm. Urządzenie zawiera podajnik ślimakowy którego koniec doprowadzony jest do komory młyna a na szczycie komory młyna zamontowany jest stożkowy ogranicznik poziomu uniosu, z którego szczytu wyprowadzony jest w górę sztywny rurociąg odprowadzania pary wodnej na którego końcu względem kierunku przepływu znajduje się zawór odcinający za którym względem kierunku przepływu do rurociągu pary wodnej doprowadzony jest elastyczny rurociąg odprowadzania pary wodnej łączący go z atmosferyczną chłodnicą pary wodnej z której wyprowadzony jest króciec odprowadzenia skroplin. Atmosferyczna chłodnica pary wodnej połączona jest rurociągiem z urządzeniem adsorpcyjnym z którego wyprowadzony jest króciec odprowadzenia skroplin. Ze zbiornika zmielonego materiału wyprowadzony jest w górę elastyczny rurociąg odprowadzenia pary wodnej łączący go z urządzeniem adsorpcyjnym. Z rurociągu odprowadzania pary wodnej wyprowadzony jest rurociąg odprowadzenia zmielonego materiału z zaworem, łączący rurociąg odprowadzania pary wodnej ze zbiornikiem zmielonego materiału. Początek rurociągu odprowadzenia zmielonego materiału względem kierunku przepływu ułożony jest wyżej niż jego koniec.

Korzystnie, gdy koniec podajnika ślimakowego doprowadzony jest do spodu komory młyna.

Korzystnie, gdy oś komory młyna jest pod kątem od 0° do 45° względem pionu.

Korzystnie, gdy stosunek średnicy komory młyna do rurociągu odprowadzenia pary wodnej wynosi 2–10:1 oraz że stosunek średnicy rurociągu odprowadzenia pary wodnej do jego długości wynosi 1:10–25.

Wynalazek w korzystnym przykładzie wykonania został ukazany na rysunku przedstawiającym układ urządzenia do przygotowania materiału do produkcji anody.

Przykład 1

Materiał mielony, o wadze równej wadze mielników 1a, podano jest przy pomocy podajnika ślimakowego 3 do komory młyna 1 gdzie następnie został zmielony przez mielniki 1a wzbudzone przez wirujące pole elektromagnetyczne wygenerowane przez wzbudniki elektromagnetyczne 2a. Tarcie mielników 1a o materiał mielony, będący popiołem ze spalania oleju o wilgotności 50%, podczas wykonywanych 3000 obrotów na minutę wygenerowało ciepło podnoszące temperaturę mieszanki mielonej do 250°C powodując odparowanie wody, które było intensyfikowane przez skraplanie wody adiabatyczną chłodnicą pary wodnej 7 oraz adsorpcje pary przez urządzenie adsorpcyjne 8, jednocześnie susząc i rozdrabniając materiał. Zastosowane urządzenie adsorpcyjne 8, dzięki ciągłej adsorpcji pary wodnej z mielonego materiału, utrzymywało w układzie ciśnienie bliskie próżni prowadząc także do wyeliminowania powietrza z układu. Połączenie niskiego ciśnienia (na poziomie 10 kPa ciśnienia absolutnego), wraz z wysoką temperaturą i ciągłym mieszaniem mielonego materiału umożliwiło bezprecedensowo szybki proces suszenia oraz mielenia trwający w tym przypadku 5 minut, możliwy w takim tempie tylko dzięki obniżonemu ciśnieniu. Urządzenie adsorpcyjne 8 zapewniło także usunięcie możliwych do pojawienia się gazów, gwarantując pełne bezpieczeństwo procesu. Parę wodną odprowadzano z komory młyna 1 najpierw do adiabatycznej chłodnicy pary wodnej 7 będącej chłodnicą wentylatorową wyposażoną w rury miedziane z lamelami aluminiowymi, gdzie została częściowo skroplona a następnie do urządzenia adsorpcyjnego 8 którego złożę adsorpcyjne adsorbowało pozostałą część pary wodnej

utrzymując bardzo niskie ciśnienie w układzie. Po zakończeniu procesu mielenia kulowy zawór odcinający 5a na rurociągu odprowadzenia pary wodnej 5 został zamknięty a zawór odcinający 10a na rurociągu odprowadzenia zmielonego materiału 10 otwarty przy jednoczesnym rozpoczęciu podawania nowej porcji materiału do zmielenia przy pomocy podajnika ślimakowego 3, wypychając jednocześnie materiał już zmielony do pojemnika zmielonego materiału 11. Specyfika zmielonego materiału, związana z bardzo niewielkim rozmiarem ziarna będącym w zakresie 1–10 mikrona sprawiła, że materiał zachowując się jak ciecz, był przelewany do zbiornika zmielonego materiału 11 skąd po opadnięciu został odprowadzony w celu wykorzystania na kolejnych etapach procesu przygotowania anody. Otrzymany materiał realizując cel wynalazku został więc jednocześnie rozdrobniony i osuszony w sposób efektywny energetycznie realizując cel wynalazku.

Przykład 2

Wynalazek został zrealizowany poprzez młyn elektromagnetyczny 2 zawierający sześć wzbudników 2a umieszczonych wokół wykonanej ze stali austenitycznej o średnicy DN100 komory mielenia zasilanych prądem trójfazowym o napięciu 400V i częstotliwości 50 Hz z podajnikiem ślimakowym którego koniec doprowadzony jest do dna komory młyńska 1 będącej cylindrem o wysokości 200 mm. Wewnątrz komory młyńskiej 1 znajdują się wykonane z materiału ferromagnetycznego mielniki 1a o średnicy 1 mm i długości 5 mm w ilości 100 szt. Na szczycie komory młyńskiej 1 zamontowany jest stożkowy ogranicznik poziomu uniosu 4 także wykonany ze stali austenitycznej, z którego szczytu wyprowadzony jest w pionowo górę sztywny rurociąg 5 o długości 5 razy większej od średnicy która w tym wypadku wynosi DN25 odprowadzania pary wodnej na którego końcu względem kierunku przepływu znajduje się zawór odcinający 5a typu kulowego za którym względem kierunku przepływu do rurociągu pary wodnej 5 doprowadzony jest elastyczny rurociąg odprowadzania pary wodnej 6 o średnicy DN50 łączący go z atmosferyczną chłodnicą pary wodnej 7 wykonaną z aluminium i chłodzonej powietrzem z której wyprowadzony jest króciec odprowadzenia skroplin 7a o średnicy DN10 wykonany z miedzi. Atmosferyczna chłodnica pary wodnej 7 połączona jest rurociągiem 12 o średnicy DN100 wykonanym ze stali czarnej z urządzeniem adsorpcyjnym 8 typu dwuzłożowego wykorzystującego silikażel jako materiał adsorbujący. Urządzenie adsorpcyjne zasilane jest wodą gorącą z kotła oraz chłodzone wodą chłodzącą z wieży chłodniczej. Z urządzenia adsorpcyjnego wyprowadzony jest króciec odprowadzenia skroplin 8a wykonany ze stali nierdzewnej o średnicy DN10. Ze zbiornika zmielonego materiału 11, będącego sześciennym pojemnikiem wykonanym ze stali nierdzewnej o pojemności 1 m³ wyprowadzony jest elastyczny rurociąg odprowadzenia pary wodnej 9 o średnicy DN25 łączący go z urządzeniem adsorpcyjnym 8. Ponadto z rurociągu odprowadzania pary wodnej 5 idącego do chłodnicy adiabatycznej, pod kątem 45° w dół wyprowadzony jest rurociąg odprowadzenia zmielonego materiału 10 w postaci rurociągu o średnicy DN25 wykonanego ze stali czarnej z zaworem 10a odcinającym typu kulowego łączący rurociąg odprowadzania pary wodnej 5 ze zbiornikiem zmielonego materiału 11, gdzie początek rurociągu odprowadzenia zmielonego materiału 10 względem kierunku przepływu ułożony jest wyżej niż jego koniec.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób przygotowania materiału do produkcji anody, **znamienny tym**, że w pierwszej kolejności przy pomocy podajnika ślimakowego (3) do komory młyńskiej (1) podaje się materiał do mielenia będący popiołem o wilgotności od 30% do 50% ze spalania paliw, następnie przy pomocy mielników wprawianych w ruch przy pomocy wzbudników elektromagnetycznych (2a) młyńska elektromagnetycznego (2) zasilanych prądem przemiennym wzbudzając znajdujące się wewnątrz komory młyńskiej (1) magnetyczne mielniki (1a) których łączna masa wynosi od 100% do 150% masy mielonego materiału, materiał mieli się od 5 do 30 minut; bezpośrednio po rozpoczęciu procesu mielenia otwiera się zawór odcinający (5a) sztywnego rurociągu odprowadzenia pary wodnej (5) i w trakcie mielenia parę wodną z mielonego materiału zasysa pod ciśnieniem wewnątrz chłodnicy pary wodnej (7) za pośrednictwem rurociągu odprowadzania pary wodnej (5) sztywnego i rurociągu odprowadzenia pary wodnej (6) elastycznego; skroplona część pary wodnej zostaje odprowadzona króćcem odprowadzania pary wodnej (7) a pozostała część pary wodnej jest zasysana rurociągiem (12) przez urządzenie adsorpcyjne (8) i po skropleniu odprowadzana króćcem odprowadzania skroplin (8a); po zakończeniu procesu mielenia zawór odcinający (5a) zostaje zamknięty a zawór odcinający (10a) rurociągu odprowadzenia zmielonego materiału zostaje otwarty; następnie uzupełnia się komorę młyńską

- (1) nową porcją materiału do mielenia do osiągnięcia wagi z zakresu 70% – 100% wagi mielników (1a), która wypycha zmielony materiał do zbiornika zmielonego materiału (11) przez rurociąg odprowadzenia zmielonego materiału (10), para wodna ze zmielonego materiału znajdującego się w zbiorniku zmielonego materiału (11) jest zasysana przez urządzenie adsorpcyjne (8) za pośrednictwem rurociągu odprowadzenia pary wodnej (9).
2. Urządzenie do przygotowania materiału do produkcji anody według sposobu z zastrz. 1 zawierające młyn elektromagnetyczny (2) z podajnikiem ślimakowym (3) **znamiennie tym**, że wokół komory młyna (1) rozlokowanych jest sześć wzbudników elektromagnetycznych (2a) będących częścią młyna elektromagnetycznego (2), a wewnątrz komory młyna (1) znajduje się od 10 do 100 magnetycznych mielników (1a) w postaci prętów stalowych o średnicy 1–3 mm i długości 5–20 mm, koniec podajnika ślimakowego (3) doprowadzony jest do komory młyna (1) a na szczycie komory młyna (1) zamontowany jest stożkowy ogranicznik poziomu uniosu (4), z którego szczytu wyprowadzony jest w górę sztywny rurociąg odprowadzania pary wodnej (5) na którego końcu względem kierunku przepływu znajduje się zawór odcinający (5a) za którym względem kierunku przepływu do rurociągu pary wodnej (5) doprowadzony jest elastyczny rurociąg odprowadzania pary wodnej (6) łączący go z atmosferyczną chłodnicą pary wodnej (7) z której wyprowadzony jest króciec odprowadzenia skroplin (1a); atmosferyczna chłodnica pary wodnej (7) połączona jest rurociągiem (12) z urządzeniem adsorpcyjnym (8) z którego wyprowadzony jest króciec odprowadzenia skroplin (8a); a ze zbiornika zmielonego materiału (11) wyprowadzony jest w górę elastyczny rurociąg odprowadzenia pary wodnej (9) łączący go z urządzeniem adsorpcyjnym (8); ponadto z rurociągu odprowadzania pary wodnej (5) wyprowadzony jest rurociąg odprowadzenia zmielonego materiału (10) z zaworem (10a) łączący rurociąg odprowadzania pary wodnej (5) ze zbiornikiem zmielonego materiału (11), gdzie początek rurociągu odprowadzenia zmielonego materiału (10) względem kierunku przepływu ułożony jest wyżej niż jego koniec.
 3. Urządzenie do przygotowania materiału do produkcji anody według zastrz. 2 i 3 **znamiennie tym**, że koniec podajnika ślimakowego (3) doprowadzony jest do spodu komory młyna (1).
 4. Urządzenie do przygotowania materiału do produkcji anody według zastrz. 2, 3 i 4 **znamiennie tym**, że oś komory młyna (1) jest pod kątem od 0° do 45° względem pionu.
 5. Urządzenie do przygotowania materiału do produkcji anody według zastrz. 2, 3, 4 i 5 **znamiennie tym**, że stosunek średnicy komory młyna (1) do rurociągu odprowadzenia pary wodnej (5) wynosi 2–10:1 oraz że stosunek średnicy rurociągu odprowadzenia pary wodnej (5) do jego długości wynosi 1:10–25.

Rysunek

