



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2007 00324**

(22) Data de depozit: **15.05.2007**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.06.2011** BOPI nr. **6/2011**

(41) Data publicării cererii:  
**30.11.2007** BOPI nr. **11/2007**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
CHIMIE ȘI PETROCHIMIE - ICECHIM,  
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.202,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **TEODORUȚ NICOLETA, STR. CÂMPULUI  
NR.8, TÂRNĂVENI, MS, RO;**  
• **CÎRJALIU-MURGEA MARINA,  
SATUL BOGDĂNEȘTI, COMUNA OTEȘANI,  
VL, RO;**

• **IONIȚĂ AURA, ,, COMUNA JILAVELE, IL,  
RO;**  
• **PUMNEA VIORICA, STR. IZVOR NR.4,  
TÂRNĂVENI, MS, RO;**  
• **POPESCU GHEORGHE, STR. BUDA  
NR.6, RÂMNICU-VÂLCEA, VL, RO;**  
• **FILIPESCU LAURENȚIU, STR. ISTRIEI  
NR.10, BL. 19C, SC.1, AP.20, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**EP 0744378 B1; EP 1127843 B1;  
FR 2864064 A1**

(54) **PROCEDEU DE OBȚINERE A  
POLICLORHIDROXISULFATULUI DE ALUMINIU  
CRISTALIZAT ȘI AMORF**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de fabricare a coagulanților din clasa policlorurilor de aluminiu, destinat tratării apelor și a apelor reziduale, în vederea eliminării substanțelor organice și anorganice. Procedeu conform invenției constă în obținerea, într-o primă fază, a unui intermediar, prin reacția dintre alumină hidratată cu acid clorhidric, în prezență de sulfat de aluminiu, timp de 2...6 h, la o temperatură de 140...180°C și o presiune de 3...8 bar, urmată de o a doua fază de obținere a unui

aluminat de sodiu, cu rapoarte  $Al^{3+}/Na^+$  cuprinse între 1/1 și 1/3, aluminat care, într-o a treia fază, se dizolvă în alcool etilic, cu obținerea unui agent de salifiere, pentru salifierea intermediarului din prima fază și formarea produsului dorit, policlorhidroxisulfatul de aluminiu, cristalizat și amorf.

Revendicări: 2



# RO 123294 B1

1 Inventia se referă la un procedeu de obținere a coagulanților din clasa policlorurilor  
de aluminiu cu conținut variabil de sulfat de aluminiu, destinat tratării apelor și a apelor  
3 reziduale, în vederea eliminării substanțelor organice și anorganice aflate în suspensii stabile  
într-un domeniu larg de temperatură și în prezența impurităților care obstrucționează  
5 hidroliza coagulanților cu conținut de aluminiu sau favorizează creșterea conținutului rezidual  
de aluminiu ionic în apele tratate. Producții obținute sub formă particulată sunt amorfi sau  
7 cristalizați și corespund unei structuri moleculare complexe, de forma  $Al_xCl_{mx}(SO_4)_{nx}$   
 $(OH)_{px} \cdot qH_2O$ , unde coeficienții x, m, n, p variază în intervalele 1,0...1,2, 1,4...1,6, 0,1...0,2 și  
9 1,1...1,3, iar q ia valori unitare sau subunitare, în funcție de parametrii procesului de  
cristalizare. Noii coagulanți se solubilizează rapid în apa purificată, formând soluții stabile cu  
11 concentrația de 3...10% substanță solidă dizolvată și pH mai mic decât 2,0...2,5.

Procedeele cunoscute de obținere a coagulanților din clasa policlorurilor de aluminiu  
13 cu conținut variabil de sulfat de aluminiu sunt diverse atât prin natura materiilor prime  
folosite, a operațiilor și a proceselor unitare de conversie a materiilor prime în produși finiți,  
15 cât și prin compoziția, structura moleculară și forma de comercializare a coagulantului  
obținut. O parte din procedeele cunoscute operează cu suspensii diluate de  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  în  
17 contact cu acid clorhidric concentrat, cu sau fără adaosuri de sulfat de aluminiu, sulfat de  
calciu, acid sulfuric, sau altă sursă ioni  $SO_4^{2-}$ , la temperatură și presiune ridicate, pentru a  
19 induce o structură polimeră clorurii de aluminiu hidratate cu ionii  $SO_4^{2-}$  intercalați sau  
adsorbiți, pe macromoleculele policlorurilor de aluminiu. O altă categorie de procedee  
21 folosesc drept materii prime clorura de aluminiu prehidrolizată sau sulfatul de aluminiu  
covertit în sulfat bazic de aluminiu, într-o fază anterioară tratamentului la temperatură și  
23 presiune ridicată, pentru a induce o structură polimeră clorurii de aluminiu hidratate cu ionii  
 $SO_4^{2-}$ , intercalați sau adsorbiți pe macromoleculele policlorurilor de aluminiu, în soluții diluate,  
25 suficient de stabile chimic și termic pentru a putea fi concentrate sau cristalizate direct din  
faza apoasă, sau prin salifiere cu un solvent organic. Toate procedeele cunoscute de  
27 obținere a a coagulanților din clasa policlorurilor de aluminiu cu conținut variabil de sulfat de  
aluminiu conduc la produși neunitari, cu rapoarte variabile Al/Cl și concentrații neadecvate  
29 ale produșilor secundari de reacție, cu efecte nedorite asupra procesului de coagulare.  
Pentru a corecta proprietățile fizice și chimice ale produselor obținute, o serie de procedee  
31 cunoscute introduc o fază finală de finisare, în care se folosesc coagulanții de natură  
organică drept aditivi de control al gradului de polimerizare a policlorurilor de aluminiu și al  
33 pH-ului de hidroliză.

Procedeele cunoscute de fabricare a coagulanților din clasa policlorurilor de aluminiu  
35 cu conținut variabil de sulfat de aluminiu prezintă mai multe dezavantaje, dintre care cele mai  
importante sunt: obținerea produsului finit sub formă de soluții mai concentrate sau mai  
37 diluate, cu stabilitate chimică și compoziție variabilă, care, în vederea comercializării,  
necesită operații suplimentare de concentrare și condiționare, aciditate excesivă și consum  
39 suplimentar de alcalii la aplicare, hidroliză lentă la temperatură joasă, sau la încărcări mari  
cu masă solidă în suspensie, sau cu substanțe organice ale apelor tratate. De asemenea,  
41 în cazul fabricării coagulanților din clasa policlorurilor de aluminiu cu conținut variabil de  
sulfat de aluminiu cristalizați, formula moleculară care asigură stabilitatea produsului cristalin  
43 nu corespunde calitativ, din punctul de vedere al vitezei de dizolvare și al speciilor ionice  
eliberate la hidroliză. În ambele cazuri, alcalinitatea sau aciditatea excesivă măresc riscul la  
45 manipulare, respectiv la scurgerile accidentale în mediul înconjurător.

Procedeu conform invenției înlătură dezavantajele procedeelelor cunoscute de  
47 obținere a coagulanților din clasa policlorurilor de aluminiu cu conținut variabil de sulfat de  
aluminiu prin aceea că o soluție de policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de

# RO 123294 B1

aluminiiu, cu o formulă moleculară variabilă din punct de vedere al rapoartelor  $Al^{3+}/Cl^{1-}$  sau  $Al^{3+}/OH^{1-}$ , în intervalele 1/1,7...1/2,0, respectiv 1/0,8...1/1,1, cu un conținut de ioni  $SO_4^{2-}$  mai mare de 1% și cu concentrația a  $Al_2O_3$  cuprinsă între 50...160 g/l și o soluție de aluminat de sodiu cu o concentrație a  $Al_2O_3$  de 40...120 g/l și cu rapoarte  $Al_2O_3/Na_2O$  variabile în intervalul 1/2,4...1/3,5, sunt alimentate, la o temperatură de 10...60°C, cu o viteză de dozare a reactanților care asigură un timp de reacție de 10...60 min, pentru a reacționa în mediul organic format din unul sau mai mulți alcooli alifatici, în amestec, până la o valoare a raportului între masa reactanților ca soluții apoase și masa salifiantului de 1,2/1 până la 1,3/1, produsul final unitar cu formula moleculară optimizată fiind separat prin filtrare. Produsul finit se obține în formă particulată, are o compoziție chimică și o structură moleculară definită, aleasă astfel încât viteza sa de solubilizare să fie mare, intervalul de pH la hidroliză să fie mai larg și constant la variațiile mari de temperatură ale apei tratate și la cantitatea și natura materialelor solide în suspensie, iar pH-ul soluțiilor diluate folosite în cursul operației de coagulare are valori moderate și nu impune măsuri speciale la manipulare sau în cazul scurgerilor accidentale.

Procedeul conform invenției înlătură dezavantajele procedeelelor cunoscute de fabricare a coagulanților din clasa policlorurilor de aluminiu cu conținut variabil de sulfat de aluminiu, prin aceea că permite obținerea coagulantului ca produs finit în stare solidă sub formă particulată, amorfă sau cristalină, ușor solubilă în apă până la un conținut de 3...10%, având o formulă moleculară definită și ajustabilă în limite sigure, reproductibilă la executarea șarjelor în condiții variabile de lucru, verificată ca potențial agent de coagulare performant într-un interval larg de temperatură și la un pH controlabil.

Procedeul conform invenției permite obținerea unui produs stabil din punct de vedere chimic și mecanic, într-o formă adecvată operațiilor de depozitare, transport, manipulare și utilizare drept coagulant, cu un grad de periculozitate redus la contactul direct cu țesuturile vii și cu un grad de risc redus în cazul contaminării mediului ambiant.

Procedeul conform invenției constă în selectarea unei policloruri de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu cu o formulă moleculară variabilă, în limite largi, din punctul de vedere al rapoartelor  $Al^{3+}/Cl^{1-}$  sau  $Al^{3+}/OH^{1-}$ , dar situate în intervalele 1/1,7...1/2,0, respectiv 1/0,8...1/1,1, cu un conținut de ioni  $SO_4^{2-}$  mai mare de 1% și cu concentrația a  $Al_2O_3$  cuprinsă între 50...160 g/l, obținută prin procedee cunoscute, precum și a unei soluții de aluminat de sodiu cu o concentrație a  $Al_2O_3$  de 40...120 g/l și cu rapoarte  $Al_2O_3/Na_2O$  variabile, dar nu în afara intervalului 1/2,4...1/3,5, compatibilă cu soluția de policlorură de aluminiu în vederea formării în amestecul celor două fluide a unei compoziții corespunzătoare formulei moleculare  $Al_xCl_{1,6x}(OH)_{1,15x}(SO_4)_{0,12x}$ , cu indicele x mai mare sau mai mic cu 5...10% decât în monomerul corespunzător.

Procedeul conform invenției prevede selectarea unui salifiant din clasa alcoolilor alifatici complet miscibili cu apa, inert față de soluțiile de policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu și respectiv de aluminat de sodiu, selectate ca reactanți principali, capabil să scoată din soluție produsul de reacție dintre cele două fluide în care se găsesc reactanții cu un randament mai mare de 85-95% prin simpla amestecare a masei de reacție cu salifiantul sau prin efectuarea reacției dintre cele două fluide în care se găsesc reactanții în masa salifiantului, sau prin omogenizarea salifiantului cu unul dintre cei doi reactanți, urmată de introducerea celui de-al doilea reactant în masa amestecului omogenizat la orice temperatură, în intervalul 10...60°C.

Procedeul conform invenției permite precipitarea unui produs în formă amorfă, unitar din punctul de vedere al formulei moleculare, la concentrații ale masei solide în amestecul de reacție, incluzând și salifiantul, de 10 până la 20% și la o viteză de dozare a reactanților

# RO 123294 B1

1 care asigură un timp de reacție de 10 până la 60 min, pentru un raport între masa reactanților  
ca soluții apoase și masa salifiantului de 1,2/1 până la 1,3/1, când randamentul de  
3 precipitare după 30...60 min de maturare a produsului amorf este de 85...95%.

5 Procedeu conform invenției permite precipitarea unui produs unitar din punctul de  
vedere al formulei moleculare, în formă cristalină, la concentrații ale masei solide în  
amestecul de reacție, incluzând și salifiantul, de 5...10% și la o viteză de dozare a reactanților  
7 care asigură un timp de reacție de 45...120 min, numai în cazul dozării unuia din cei doi  
reactanți în amestecul omogen al celui de-al doilea reactant cu salifiantul, când se formează  
9 fie precursorii acizi, fie precursorii bazici ai policlorurii de aluminiu cu conținut variabil de  
sulfat de aluminiu, care inițiază cristalizarea cu randamente de 80...90% a produsului  
11 cristalizat cu formula moleculară  $Al_xCl_{1,6x}(OH)_{1,15x}(SO_4)_{0,12x}$  cu indicele x mai mare sau mai mic  
cu 5...10% decât în monomerul corespunzător.

13 Procedeu conform invenției poate fi condus în condițiile variației bazicității și a  
conținutului de ioni  $SO_4^{2-}$  în produsul amorf sau cristalizat cu formula moleculară inițială  
15  $Al_xCl_{1,6x}(OH)_{1,15x}(SO_4)_{0,12x}$  prin schimbarea raportului Al/Na în aluminatul de sodiu utilizat sau  
prin adaosul de sulfat de aluminiu în masa salifiantului și formarea sulfatului bazic de  
17 aluminiu ca precursor al fazei solide precipitate.

Procedeu conform invenției prezintă următoarele avantaje:

19 - utilizarea reactanților cunoscuți și caracterizați complet ca structură chimică și  
proprietăți;

21 - nu necesită faze tehnologice complexe și reacții cu randamente sensibil variabile  
la modificarea condițiilor de reacție;

23 - calitatea produsului finit este superioară altor coagulanți din aceeași clasă și  
constantă în limite cunoscute de variație ale parametrilor procesului tehnologic.

25 Se dau în continuare 3 exemple care ilustrează invenția.

**Exemplul 1.** O cantitate de 300 g alcool etilic cu concentrația 94% s-a introdus într-  
27 un balon cu capacitatea de 1 l, prevăzut cu un agitator cu palete. După pornirea agitatorului  
cu o turație de cel puțin 200 rpm, se adaugă concomitent: a) 200 g soluție policlorură de  
29 aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu, având compoziția 12,72%  $Al_2O_3$ , 16,5% Cl,  
1,35%  $SO_4^{2-}$  și o bazicitate de 3,82% și b) 35 g soluție de aluminat de sodiu, având  
31 compoziția 7,81%  $Al_2O_3$  și 11,72%  $Na_2O$ . Viteza de adăugare a soluției de policlorură de  
aluminiu a fost 4,0 g/min, iar viteza de adăugare a soluției de aluminat de sodiu a fost  
33 0,7 g/min, astfel încât întreaga cantitate de reactivi a fost adăugată continuu în masa de  
reacție după aproximativ 50 min. Amestecul de reacție s-a agitat în continuare încă 30 min,  
35 pentru eliminarea completă a suprasaturației și creșterea particulelor, după care suspensia  
a fost filtrată sub vid pe un filtru obișnuit. Soluția de policlorură de aluminiu cu conținut redus  
37 de sulfat de aluminiu corespunde formulei moleculare a solutului  $Al_xCl_{1,87x}(OH)_{0,97x}(SO_4)_{0,06x}$ ,  
iar soluția de aluminat de sodiu corespunde formulei moleculare a solutului  $Al_xNa_{2,5x}(OH)_{6,5x}$ .  
39 Raportul de amestecare a reactanților a fost ales pentru a favoriza precipitarea unui produs  
cu compoziție fixă ale cărui proprietăți fizice și chimice verificate anterior corespund utilizării  
41 produsului drept coagulant. După separarea solidului, acesta se usucă la 60°C, timp de  
30 min, obținându-se un produs parțial cristalizat și parțial amorf, corespunzător formulei  
43 moleculare  $Al_xCl_{1,7x}(OH)_{1,2x}(SO_4)_{0,05x}$ , cu un conținut de aproximativ 4% apă de cristalizare.  
Randamentul de precipitare a produsului este de 94%. Solventul organic poate fi recuperat  
45 total prin distilare și rectificare înainte de a putea fi refolosit. Soluția/suspensia rămasă după  
recuperarea solventului poate servi pentru prepararea unei noi șarje de policlorură de  
47 aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu.

# RO 123294 B1

**Exemplul 2.** O cantitate de 300 g alcool etilic cu concentrația 94% s-a introdus într-un balon cu capacitatea de 1 l, prevăzut cu un agitator cu palete. După pornirea agitatorului cu o turație de cel puțin 200 rpm, se adaugă succesiv: a) 35 g soluție de aluminat de sodiu, având compoziția 7,81%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  și 11,72%  $\text{Na}_2\text{O}$ , ca în exemplul 1 și b) 25 g soluție 20% g sulfat de aluminiu. După 20 min de agitare se formează sulfatul bazic de aluminiu ale cărui particule constituie precursorii pentru cristalizarea produsului cu formula moleculară  $\text{Al}_x\text{Cl}_{1,6x}(\text{OH})_{1,15x}(\text{SO}_4)_{0,12x}$ . După formarea suspensiei de sulfat bazic de aluminiu se adaugă 200 g soluție policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu, cu o viteză de adăugare de 2,0 g/min, astfel încât întreaga cantitate de reactiv a fost adăugată continuu în masa de reacție după aproximativ 100 min. Amestecul de reacție s-a agitat în continuare încă 30 min, pentru eliminarea completă a suprasaturației și definitivarea procesului de cristalizare, după care suspensia a fost filtrată sub vid pe un filtru obișnuit. Raportul de amestecare a reactanților a fost ales pentru a favoriza precipitarea unui produs cu compoziție fixă ale cărui proprietăți fizice și chimice verificate anterior corespund utilizării produsului drept coagulant. După separarea solidului, acesta se usucă la 60°C, timp de 30 min, obținându-se un produs cristalizat corespunzător formulei moleculare  $\text{Al}_x\text{Cl}_{1,6x}(\text{OH})_{1,15x}(\text{SO}_4)_{0,12x}$  cu un conținut de aproximativ 6% apă de cristalizare. Randamentul de precipitare a produsului este de 93%. Solventul organic și soluția/suspensia rămasă după recuperarea solventului pot servi pentru prepararea unei noi șarje de policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu.

**Exemplul 3.** O cantitate de 500 g alcool etilic cu concentrația 94% s-a introdus într-un balon cu capacitatea de 1 l, prevăzut cu un agitator cu palete. După pornirea agitatorului cu o turație de cel puțin 200 rpm, se adaugă 35 g soluție de aluminat de sodiu, având compoziția 7,81%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  și 11,72%  $\text{Na}_2\text{O}$ , și se continuă agitare încă 20 min, până se formează o suspensie relativ stabilă a celor două faze și aluminatul de sodiu hidrolizează parțial. După această etapă se adaugă, cu o viteză de adăugare de 3,0 g/min, 400 g soluție policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu, având compoziția 6,35%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 8,2% Cl, 0,7%  $\text{SO}_4^{2-}$  și o bazicitate de 1,8%, astfel încât întreaga cantitate de reactiv a fost adăugată continuu în masa de reacție după aproximativ 100 min. Amestecul de reacție s-a agitat în continuare încă 30 min, pentru eliminarea completă a suprasaturației și definitivarea procesului de cristalizare, după care suspensia a fost filtrată sub vid pe un filtru obișnuit. Raportul de amestecare a reactanților a fost ales pentru a favoriza precipitarea unui produs cu compoziție fixă ca în exemplul 1. După separarea solidului, acesta se usucă la 60°C, timp de 30 min, obținându-se un produs cristalizat corespunzător formulei moleculare  $\text{Al}_x\text{Cl}_{1,7x}(\text{OH})_{1,2x}(\text{SO}_4)_{0,05x}$ , cu un conținut de aproximativ 7% apă de cristalizare. Randamentul de precipitare a produsului este de 90%. Solventul organic și soluția/suspensia rămasă după recuperarea solventului pot servi pentru prepararea unei noi șarje de policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu, ca în exemplele 1 și 2.

## Revendicări

1. Procedeu de obținere a coagulanților amorfii din clasa policlorurilor de aluminiu cu conținut variabil de sulfat de aluminiu, cu o compoziție corespunzătoare formulei moleculare  $Al_xCl_{1,6x}(OH)_{1,15x}(SO_4)_{0,12x}$ , cu indicele x mai mare sau mai mic cu 5...10% decât în monomerul corespunzător, destinat tratării apelor și a apelor reziduale în vederea eliminării substanțelor organice și anorganice aflate în suspensii stabile într-un domeniu larg de temperatură și la concentrații mari ale impurităților care obstrucționează hidroliza coagulanților, **caracterizat prin aceea că** o soluție de policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu cu o formulă moleculară variabilă din punct de vedere al rapoartelor  $Al^{3+}/Cl^{1-}$  sau  $Al^{3+}/OH^{1-}$ , în intervalele 1/1,7...1/2,0, respectiv 1/0,8...1/1,1, cu un conținut de ioni  $SO_4^{2-}$  mai mare de 1% și cu concentrația a  $Al_2O_3$  cuprinsă între 50...160 g/l și o soluție de aluminat de sodiu cu o concentrație a  $Al_2O_3$  de 40...120 g/l și cu rapoarte  $Al_2O_3/Na_2O$  variabile în intervalul 1/2,4...1/3,5 sunt alimentate, la o temperatură de 10...60°C, cu o viteză de dozare a reactanților care asigură un timp de reacție de 10...60 min pentru a reacționa în mediul organic format din unul sau mai mulți alcooli alifatici, în amestec, până la o valoare a raportului între masa reactanților ca soluții apoase și masa salifiantului de 1,2/1 până la 1,3/1, produsul final unitar cu formula moleculară optimizată fiind separat prin filtrare.

2. Procedeu de obținere a coagulanților cristalizați din clasa policlorurilor de aluminiu cu conținut variabil de sulfat de aluminiu, cu o compoziție corespunzătoare formulei moleculare  $Al_xCl_{1,6x}(OH)_{1,15x}(SO_4)_{0,12x}$ , cu indicele x mai mare sau mai mic cu 5-10% decât în monomerul corespunzător, destinat tratării apelor și a apelor reziduale în vederea eliminării substanțelor organice și anorganice aflate în suspensii stabile într-un domeniu larg de temperatură și la concentrații mari ale impurităților care obstrucționează hidroliza coagulanților, **caracterizat prin aceea că**, prin reacția, la 10...60°C, a soluției de policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu cu o formulă moleculară variabilă din punct de vedere al rapoartelor  $Al^{3+}/Cl^{1-}$  sau  $Al^{3+}/OH^{1-}$ , în intervalele 1/1,7...1/2,0, respectiv 1/0,8...1/1,1, cu un conținut de ioni  $SO_4^{2-}$  mai mare de 1% și cu concentrația a  $Al_2O_3$  cuprinsă între 50...160 g/l cu un amestec omogen dintre un salifiant format din unul sau mai mulți alcooli alifatici în amestec și o soluție de aluminat de sodiu cu o concentrație a  $Al_2O_3$  de 40...120 g/l și cu rapoarte  $Al_2O_3/Na_2O$  variabile în intervalul 1/2,4...1/3,5, sau prin reacția unei soluții de aluminat de sodiu cu o concentrație a  $Al_2O_3$  de 40...120 g/l și cu rapoarte  $Al_2O_3/Na_2O$  variabile, în intervalul 1/2,4...1/3,5, cu un amestec omogen dintre un salifiant format din unul sau mai mulți alcooli alifatici în amestec și o soluție de policlorură de aluminiu cu conținut redus de sulfat de aluminiu cu o formulă moleculară variabilă, din punct de vedere al rapoartelor  $Al^{3+}/Cl^{1-}$  sau  $Al^{3+}/OH^{1-}$ , în intervalele 1/1,7...1/2,0, respectiv 1/0,8...1/1,1, cu un conținut de ioni  $SO_4^{2-}$  mai mare de 1% și cu concentrația a  $Al_2O_3$  cuprinsă între 50...160 g/l, când se formează fie precursorii acizi, fie precursorii bazici ai policlorurii de aluminiu cu conținut variabil de sulfat de aluminiu, care inițiază cristalizarea, cu randamente de 80...90%, după un timp de reacție de 45...120 min, a produsului cristalizat cu formula moleculară  $Al_xCl_{1,6x}(OH)_{1,15x}(SO_4)_{0,12x}$ , cu indicele x mai mare sau mai mic cu 5...10% decât în monomerul corespunzător.

