

CURSUL NR. 9

9. ANVELOPAREA CU MATERIAL FILTRANT SAU ALTE CATEGORII DE MATERIALE A PUȚURILOR FORATE

Introducerea materialului filtrant în jurul coloanelor filtrante are importanță majoră în cazul puțurilor de exploatare a apelor subterane sau a celor de cercetare hidrogeologică. Puțurile forate pentru exploatarea apelor subterane sunt cele din care se extrage apa în scopuri potabile sau industriale, cele utilizate pentru irigarea terenurilor agricole, cele care valorifică apele termo - minerale și puțurile de drenare – epuismen. Puțurile utilizate în scopul cercetărilor hidrogeologice pot fi puțuri de pompare, de hidroobservație sau piezometre, puțuri de monitorizare a caracteristicilor cantitative și calitative ale apelor subterane, puțuri de investigare a condițiilor de mediu și de evaluare a poluării, etc. În cazul unor zăcăminte de hidrocarburi cu presiuni reduse, acestea pot fi investigate și exploatare prin puțurile echipate cu coloane filtrante, anvelopate cu material filtrant.

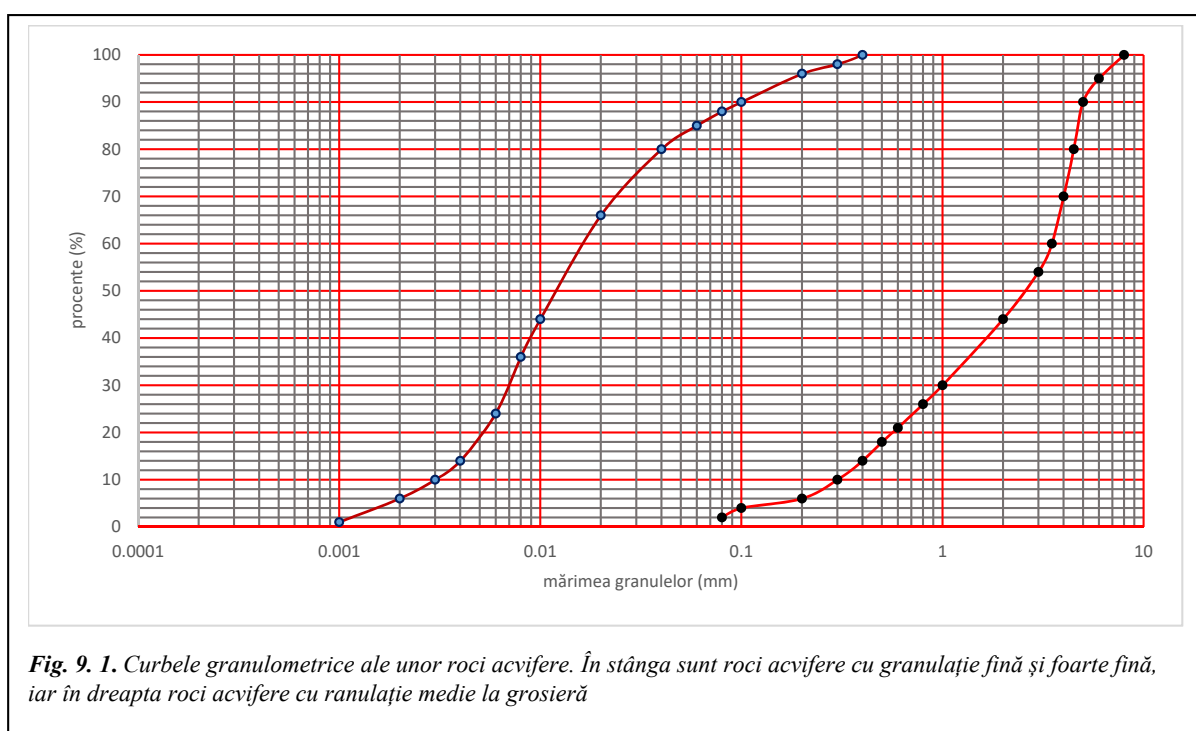


Fig. 9. 1. Curbele granulometrice ale unor roci acvifere. În stânga sunt roci acvifere cu granulație fină și foarte fină, iar în dreapta roci acvifere cu granulație medie la grosieră

Materialul filtrant cunoscut în limba engleză ca "formation stabilize" umple de regulă spațiile inelare dintre coloanele filtrante sau coloanele pline și formațiunile poroase care înmagazinează fluide sau / și alte formațiuni traversate de gaura de sondă. În cele mai multe dintre situații, materialul filtrant este reprezentat de pietriș mărgăritar, constituit dintr-un material granular cuarțos cu un grad de sortare și rotunjire foarte avansat. Forma comercială a acestui material este prezentată pe clase granulometrice cum ar fi sorturile 1 – 3, 3-5 și 5-7 mm. Sortul ales pentru introducerea în spațiul inelar depinde de granulația formațiunilor acvifere sau a formațiunilor geologice colectoare în care se găsesc fluidele ce urmează a fi exploatare.

Rolul materialului filtrant este acela de menține stabilitatea găurii de sondă în timpul exploatării sau al testării, de a împiedica pătrunderea fracțiilor solide de material fin în interiorul coloanelor tubate și de a asigura funcționarea puțurilor în condiții optime pe perioade îndelungate. În același timp, prezența materialului filtrant în spațiile inelare reduce costurile de întreținere și protejează echipamentele de pompare și aparatura de măsură și control împotriva coroziunii și a deteriorării premature.

În cazul acestor categorii de lucrări, în zona intervalelor productive spațiile inelare sunt umplute cu material filtrant de calitate superioară. Din raționamente economice fără a diminua calitatea lucrărilor (fig. 9. 4) în intervalele care nu prezintă interes, deasupra inelelor de ciment de foarte multe ori în spațiile inelare se găsește amplasat materialul granular de umplutură.

9.1. Criteriul alegerii anvelopelor de material filtrant

Criteriile de alegere a materialelor filtrante sunt variate. Acestea sunt stabilite în funcție de scopul urmărit și în funcție de posibilitățile de prelevare a probelor și de operativitatea efectuării analizelor. Un prim criteriu a fost patentat de Terzhagi în 1921 în concordanță cu inegalitățile

$$\frac{d_{15}(\text{material filtrant})}{d_{85}(\text{formațiune permeabilă})} < 4 < \frac{d_{15}(\text{material filtrant})}{d_{15}(\text{formațiune permeabilă})} \quad (9. 1)$$

Potrivit inegalităților 9. 1, fracția mai fină de 15 % din produsul filtrant raportată la fracția mai fină de 85 % din formațiunea permeabilă să fie de cel puțin patru ori mai mică decât raportul dintre fracția mai fină de 15 % din materialul filtrant și 15 % din fracția mai grosieră a formațiunii geologice. Acest criteriu se bazează pe două principii fundamentale.

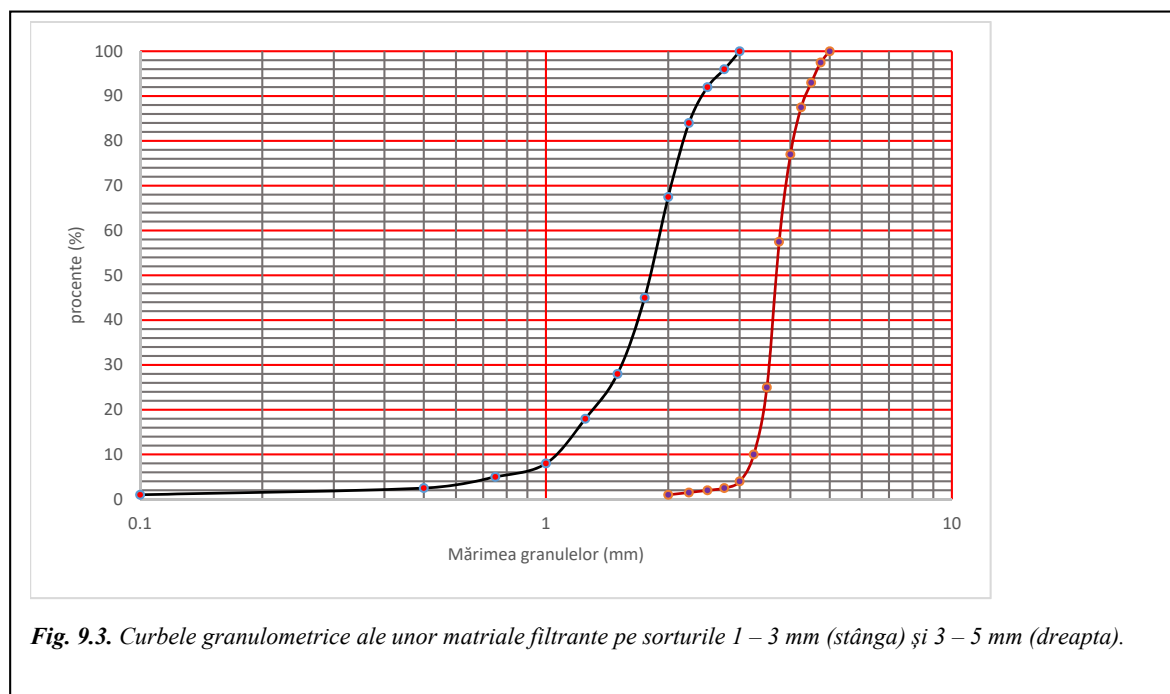


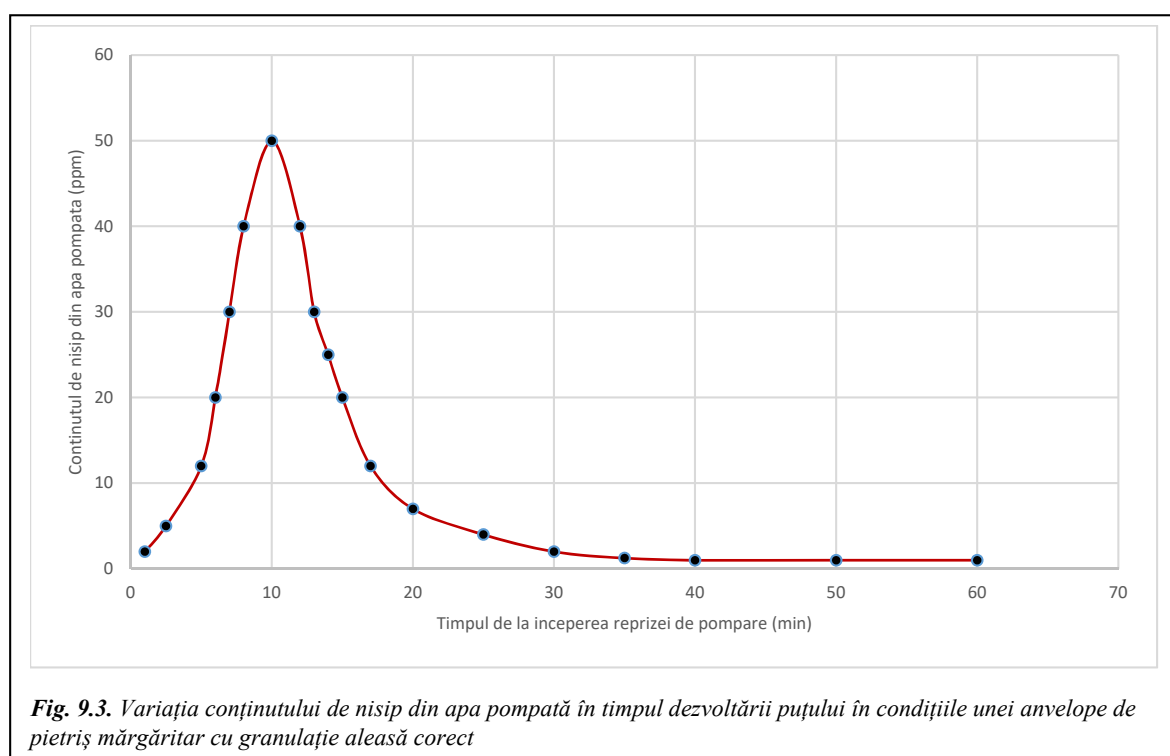
Fig. 9.3. Curbele granulometrice ale unor materiale filtrante pe sorturile 1 – 3 mm (stânga) și 3 – 5 mm (dreapta).

Primul dintre acestea se referă la asigurarea permeabilității mai mari a materialului filtrant în raport cu cea a formațiunii geologice, prin alegerea sortului mai grosier de material filtrant în raport cu granulația formațiunii poroase. Aplicarea acestui criteriu implică reducerea gradientilor de presiune și implicit a vitezelor de pătrundere a fluidelor din stratul geologic în găurile de sondă, asigurându-se un regim de curgere fără antrenarea de material solid.

Al doilea principiu este focalizat pe relația dintre granulația filtrului și segmentul de material fin din stratul geologic. Dacă rația dintre granulația anvelopei filtrante și cea de material fin din strat este foarte largă, atunci în anvelopa de pietriș odată cu apa sau alt fluid înmagazinat pătrund sedimentele fine din formațiunea geologică. Acestea limitează procesul de curgere al fluidelor dinspre formațiunea geologică (acvifer, strat permeabil, zăcământ, etc.) înspre puț. Consecința acestui proces se regăsește în reducerea productivității puțului forat.

O mulțime de studii (Halliburton, 1965; Sawaro et al., 1983) plecând de la principiile lui Terzhagi recomandă ca raportul d_{10-15} (*material filtrant*) / d_{50} (*formațiune permeabilă*) să fie cuprins între 4 și 5. Într-o altă abordare (Smith, 1957; Ahrens, 1957), s-a convenit ca raportul d_{50} (*material filtrant*) / d_{50} (*formațiune geologică*) să fie apropiat de 6.

În spațiile inelare, modul de segregare al materialului filtrant crează dificultăți în practica împachetării anvelopelor de pietriș. Aceste dificultăți sunt cauzate atât de mărimea și forma granulelor cât și de greutatea acestora. Prin urmare, standardele referitoare la construcția puțurilor de apă (AWWA – American Water Wells Association) sugerează ca în alegerea sortului de material filtrant coeficientul de neuniformitate (d_{60}/d_{10}) să fie mai mic sau cel mult de 2.5.



În ceea ce privește calitatea sa, materialul filtrant trebuie să fie cuarțos cu un grad de uniformitate și rotunjire ridicat, să fie lipsit de impurități, de material siltic și argilos și să nu conțină materie organică. Într-o apreciere de ansamblu, granulația sa medie trebuie să fie de la 4 la 6 ori mai mare decât granulația medie a formațiunilor poros – permeabile. Pietrișul carbonatic este recomandabil a fi evitat, iar procentul acestei fracții din masa totală de material filtrant să nu depășească 3 maximum 5 %. Din mai multe considerente materialul rotunjit este preferat celui angular sau aplatizat. Unul dintre acestea se referă la proprietățile porozimetrice și permeametrice superioare față de pietrișul aplatizat sau angular. Materialul filtrant cu grad de rotunjire avansat nu se compactează sau se compactează într-un procent foarte scăzut atât în timpul dezvoltării cât mai ales pe parcursul exploatării puțurilor. Astfel că, manualele de bune practici în execuția puțurilor de apă indică refuzarea unui material filtrant cu fracții aplatizate mai mari de 10 %.

9.2. Selectarea materialului filtrant

Nu întodeauna alegerea materialului filtrant reprezintă o operațiune simplă. Aceasta este îngreunată de modalitatea de execuție a găurilor de sondă, dacă este cu circulație directă sau cu circulație inversă, de reprezentativitatea probelor și a analizelor efectuate, de interpretarea geologică a investigațiilor geofizice, precum și multe alte criterii.

Referitor la metodele de foraj, acestea impun un anumit mod de prelevare a probelor. De exemplu în cazul circulației directe materialul este trecut prin sitele vibratoare. De foarte multe ori fracțiile fine și foarte fine nu sunt reținute, ceea ce implică o reprezentativitate mai scăzută asupra observațiilor efectuate. În cazul forajului cu circulație inversă,

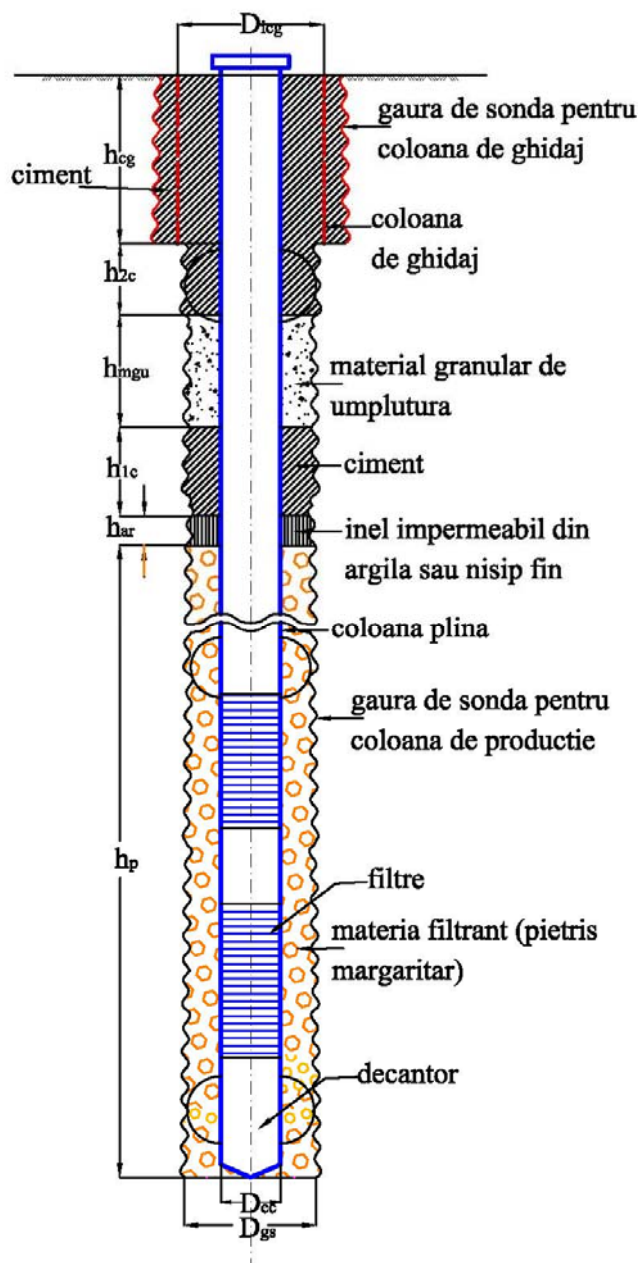
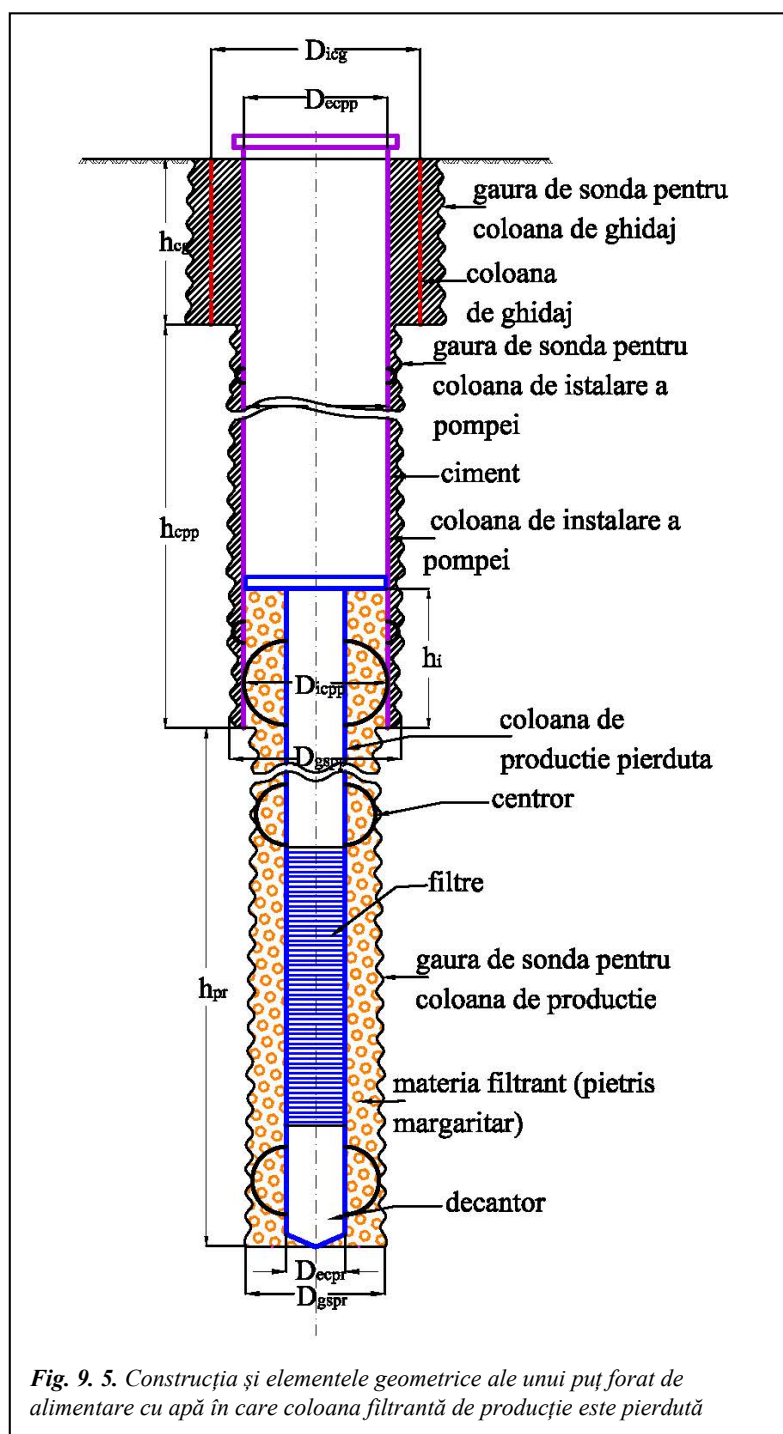


Fig. 9.4. Construcția și elementele geometrice ale unui puț forat de alimentare cu apă în care coloana filtrantă de producție este unică



formațiunii acvifere ci și de tipul de coloană filtrantă aleasă, de modalitatea de deschidere a fantelor și de dimensiunea acestora. Astfel se urmărește ca granulele de pietriș mărgăritar să fie de cel puțin 2 - 3 ori mai mari decât deschiderea fantelor, astfel încât materialul filtrant să nu se regăsească în interiorul coloanelor tubate.

În cazul stratelor poroase constituite din sedimente cu granulație fină și foarte fină, atât coloana filtrantă cât și anvelopa de pietriș mărgăritar se alege în așa fel încât materialul fin să nu treacă din stratul acvifer în interiorul puțului. În aceste situații deschiderea fantelor este submilimetrică (o. 2, 0.5, 0.7 mm), iar sortul de pietriș mărgăritar se urmărește a fi cât mai fin. Atunci când materialul din formațiunile permeabile este deosebit de fin cu un grad ridicat de curgere se apelează la filtrele preîmpachetate.

detritusul este adus la suprafață cu viteză ridicată și de multe ori este amestecat, limitând acuratețea informațiilor.

Cu toate acestea, prelevarea, uscarea și apoi analiza granulometrică a probelor are importanță covârșitoare în alegerea sortului de pietriș mărgăritar. Prin cunoașterea granulației formațiunilor colectoare și aplicând principiile de subcapitolul 9. 1 se poate alege corect sortul de material filtrant pentru anveloparea puțurilor.

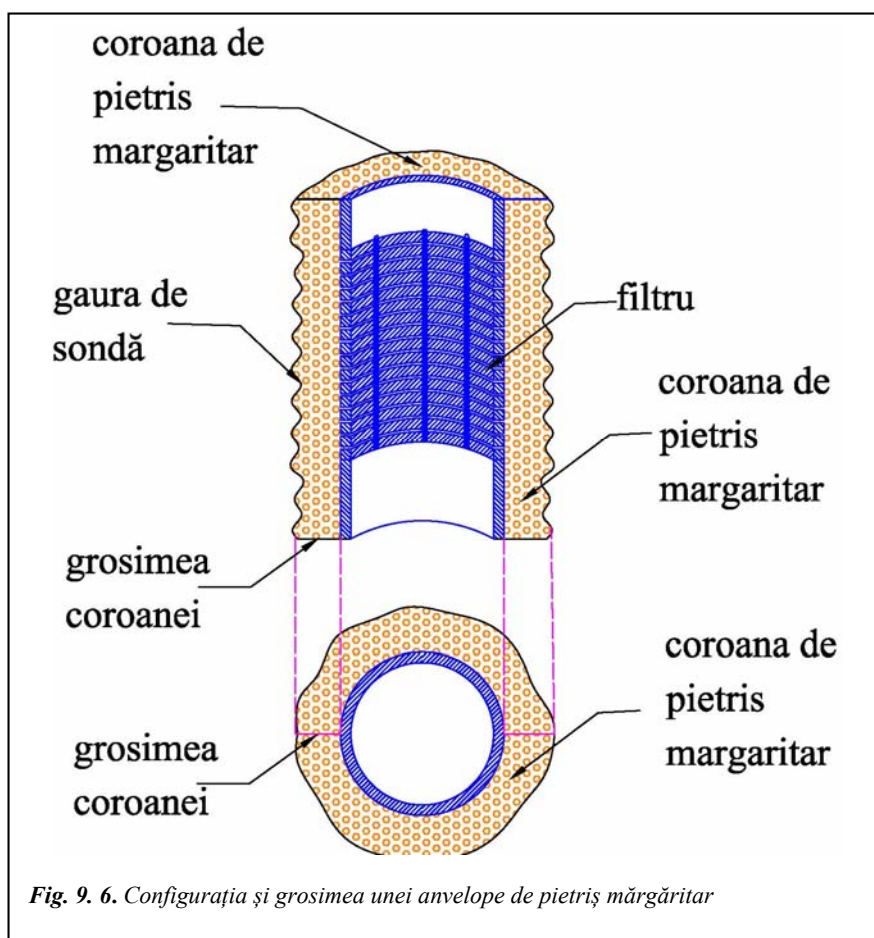
În alegerea sortului de pietriș mărgăritar se are în vedere fracția ce mai fină întâlnită și în funcție de aceasta se definitivează tipul materialului filtrant, în așa fel încât în puț acest material să se regăsească într-o proporție cât mai redusă. În perioada dezvoltării puțurilor se urmărește cu precădere conținuturile de nisip din apă (fig. 9. 3), astfel că în cazul pompărilor de scurtă durată se remarcă o creștere a concentrațiilor de nisip din apă după care acestea tind înspre zero. Acest fapt indică o alegere corectă a materialului filtrant, astfel că în cazul pompărilor de durată materialul fin este reținut de coroana de pietriș mărgăritar.

Selectarea materialului filtrant depinde nu numai de granulația

Acestea pot fi preîmpachetate cu material bin sortat și ales pentru fiecare tip de formațiune acviferă de la material fin la grosier, sau pot fi filtre realizate din diferite rășini cu grad avansat de permeabilitate pentru fluide, iar materialul solid este reținut în exteriorul acestora.

9.3. Grosimea anvelopelor de material filtrant.

Experiența dobândită pentru execuția puțurilor forate, în care materialul filtrant din spațiul inelar este pietriș mărgăritar, indică faptul că grosimea acestor coroane nu trebuie să fie exagerat de mare, dar nici mică. Grosimea mare a coroanelor de pietriș implică operațiuni de dezvoltare dificile și costisitoare și cu șanse reduse de reușită. Grosimile mici prezintă atât inconvenientul instalării corecte a anvelopelor cât și riscul pătrunderii fracțiilor fine și foarte fine din formațiunile permeabile în puțuri.



Neregularitățile găurilor de sondă (fig. 9. 6) au influență majoră în stabilirea grosimii coroanelor de pietriș mărgăritar. În ariile cavernate se remarcă creșterea grosimilor, în timp ce reducerea diametrului găurilor de sonă implică micșorarea grosimii coroanei de pietriș mărgăritar.

În cea mai mare parte dintre situații se are în vedere ca diametrul găurii de sondă să fie de 1.6 la 2.2 ori în raport cu diametrul coloanei filtrante, acest fapt implică o grosime a anvelopelor de pietriș mărgăritar cuprinse între 2.4 și 4.72 in.

9.4. Determinarea cantităților de material filtrant, ciment și material granular de umplutură

Cantitățile de pietriș mărgăritar, ciment și material granular de umplutură depind de tipul constructiv al fiecărui puț forat în parte. Astfel în cazul puțurilor cu coloană unică se determină volumele și implicit cantitățile potrivit construcției puțului, acoperindu-se necesarul pe fiecare tronson în parte (fig. 9. 7), iar în cazul puțurilor cu coloană pierdută (fig. 9. 8) se adoptă o altă modalitate de calcul.

În cazul puțurilor cu o coloană unică având construcția ca în fig. 9. 7 necesarul de pietriș mărgăritar, ciment și material granular de umplutură se determină potrivit relațiilor:

$$V_p = n \frac{\pi}{4} (D_{gs}^2 - D_{ec}^2) h_p \quad (9.1)$$

și

$$q_p = \rho_p V_p \quad (9.2)$$

În care V_p reprezintă volumul de pietriș mărgăritar (m^3), n coeficientul de neuniformitate al găurii de sondă ($n = 1.1 - 1.15$), D_{gs} este diametrul găurii de sondă (m), D_{ec} diametru exterior al coloanei tubate (m), h_p reprezintă înălțimea anvelopei cu pietriș mărgăritar, q_p este cantitatea de pietriș mărgăritar (t), iar ρ_p este densitatea pietrișului mărgăritar (în mod curent $\rho_p = 1.7 \text{ t/m}^3$)

În situația construcției puțurilor cu coloană unică peste inelul din pietriș mărgăritar se dispune (fig. 9. 7) pe o înălțime cuprinsă între 2 și 3 m un inel din argilă sau din nisip foarte fin pentru a împiedica pătrunderea pastei de ciment în inelul constituit de coroana de pietriș mărgăritar. Volumul de argilă V_{ar} (m^3) se calculează conform ecuației (9. 1), cu deosebire că înălțimea inelului de argilă este de 2 - 3 m, iar cantitatea de argilă q_{ar} (t) sau de nisip fin se determină în concordanță cu densitatea argilei ρ_{ar} (t/m^3) și a volumului de spațiu inelar calculat conform produsului

$$q_{ar} = \rho_{ar} V_{ar} \quad (9.3)$$

În cazul puțurilor forate cu coloană unică, în foarte multe dintre situații este necesară execuția mai multor inele de argilă. Astfel (fig. 9. 7) pentru inelul de ciment inferior, volumul pastei de ciment V_{1c} (m^3), depinde ca și în cazul pietrișului mărgăritar de diametru găurii de sondă cu neuniformitățile sale, de diametrul exterior al coloanei tubate și de înălțimea h_{1c} (m), pe care se realizează inelul de ciment în concordanță cu relația:

$$V_{1c} = n \frac{\pi}{4} (D_{gs}^2 - D_{ec}^2) h_{1c} \quad (9.4)$$

Inelul de ciment superior (fig. 9. 7) se regăsește în parte în zona găurii de sondă de producție și în parte în interiorul coloanei de ghidaj. În acest caz volumul de pastă de ciment se determină potrivit formulei (9. 5), în care h_{2c} , h_{cg} , D_{icg} reprezintă în m înălțimile din gaura de sondă, din interiorul coloanei de ghidaj și respectiv diametrul interior al coloanei de ghidaj

$$V_{2c} = \frac{\pi}{4} [n(D_{gs}^2 - D_{ec}^2)h_{2c} + (D_{icg}^2 - D_{ec}^2)h_{cg}] \quad (9.5)$$

Luând în considerare întreaga volum de pastă de ciment și cantitățile unitare de ciment determinate potrivit factorului apă ciment cu ecuațiile (8. 8 și 8. 9) se calculează cantitatea totală de ciment q_c (t)

$$q_c = \frac{\gamma_a \gamma_c}{\gamma_a + m \gamma_c} (V_{1pc} + V_{2pc}) \quad (9.6)$$

și necesarul de apă q_a (m^3) pentru pasta de ciment cu factorul apă ciment m

$$q_a = \frac{m \gamma_c}{\gamma_a + m \gamma_c} (V_{1pc} + V_{2pc}) \quad (9.7)$$

Volumul V_{mgu} (m^3) și cantitatea de material granular de umplutură q_{mgu} (t) se calculează pe aceleași principii ca în cazul materialului filtrant (ecuațiile 9. 1 și 9. 2) cu deosebirea că se ține seama de înălțimile h_{mgu} (m) pe care spațiul inelar este umplut cu material granular și de densitatea ρ_{mgu} acestui material (t/m^3)

$$V_{mgu} = n \frac{\pi}{4} (D_{gs}^2 - D_{ec}^2) h_{mgu} \quad (9.8)$$

$$q_{mgu} = \rho_{mgu} V_{mgu} \quad (9.9)$$

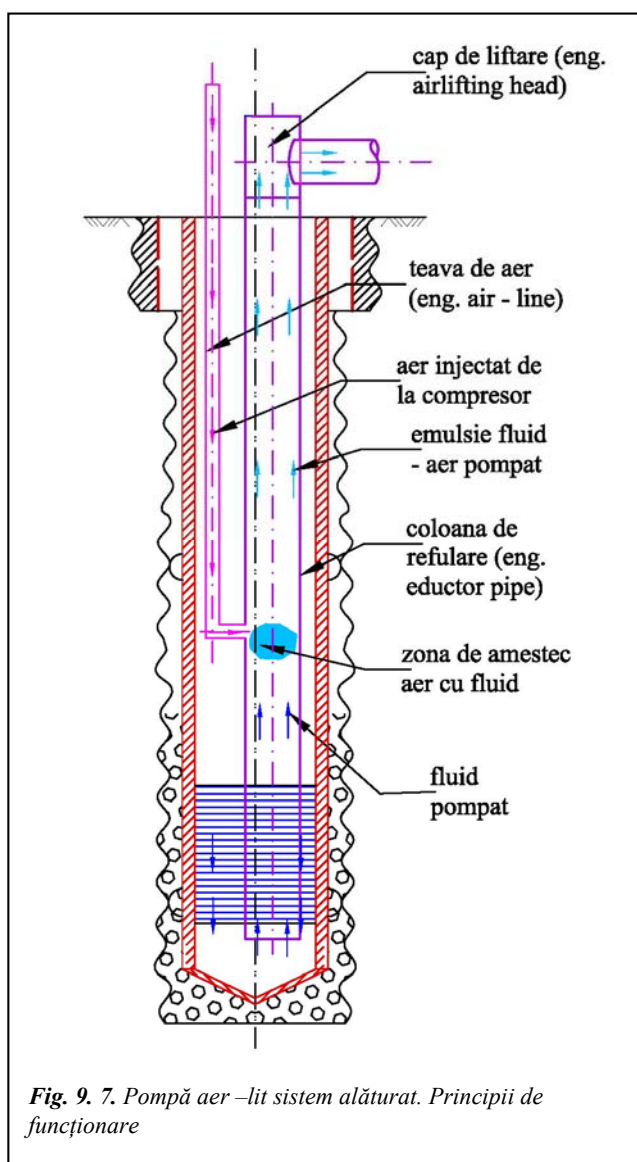
În cazul puțurilor forate în care coloana de producție este pierdută volumul de pietriș mărgăritar se calculează potrivit formulei:

$$\mathbf{V}_p = \frac{\pi}{4} [n (D_{gspr}^2 - D_{ecpr}^2) \mathbf{h}_{pr} + (D_{icpp}^2 - D_{ecpr}^2) \mathbf{h}_i] \quad (9.10)$$

în cuprinsul căreia n este factorul de neuniformitate al găurii de sondă executată pentru tubarea coloanei filtrante pierdute, D_{gspr} (m) reprezintă diametrul acestei găuri de sondă D_{icpp} (m) este diametrul interior al coloanei pentru instalarea pompei, D_{icpp} (m) este diametrul exterior al coloanei filtrante pierdute, h_{pr} este lungimea coloanei pierdute în afara coloanei de instalare a pompei, iar h_i este lungimea coloanei pierdute în interiorul coloanei de instalare a pompei.

În cazul cimentării, această operațiune se efectuează numai pentru coloana de instalare a pompei, iar volumul de pastă de ciment se calculează conform ecuației:

$$V_{2c} = \frac{\pi}{4} [n(D_{gspp}^2 - D_{ecpp}^2)h_{cpp} + (D_{icg}^2 - D_{ecpp}^2)h_{cg}] \quad (9.11)$$



în care D_{gspp} , D_{ecpp} , D_{icg} în m, reprezintă diametrul găurii de sondă pentru coloana de instalare a pompei, diametrul exterior al coloanei pentru instalarea pompei și diametrul interior al coloanei de ghidaj, h_{cpp} (m) înălțimea coloanei de instalare a pompei până la nivelul coloanei de ghidaj și h_{cg} (m) reprezintă înălțimea sau adâncimea coloanei de ghidaj.

9.5. Modalități de împachetare a anvelopelor de pietris mărgăritar

Împachetarea materialului filtrant în spațiul inelar dintre gaura de sondă și coloana filtrantă

este realizată prin folosirea mai multor metode, a căror alegere este în funcție de adâncime și de gradul de complexitate al fiecărui puț forat.

Modalitățile cele mai utilizate de construire a anvelopelor de pietriș mărgăritar sunt de amplasare prin turnare directă cu circulație în curent de apă cu dezinfectant, de amplasare prin țevi introduse în spațiul inelar de asemenea în circuit de apă, de amplasare prin intermediul unui echipament special denumit "crossover" în cazul forajelor foarte adânci în care coloana filtrantă este din categoria linerelor sau a coloanelor pierdute.

Constituirea anvelopelor presupune echipamente de circulație a fluidelor, fie prin circulație directă utilizând pompele de noroi sau cel mai adesea prin circulație inversă prin folosirea sistemelor de pompare aer - lift.

Pompele aer – lift denumite în mod popular "pompe mamuth" sunt constituite dintr-o coloană de refulare (eng. eductor pipe) și o țevă de aer (air line). Acestea sunt pompe aer - lift în sistem alăturat și în sistem concentric.

Pompele aer – lift sistem alăturat (fig. 9. 7)

au țeva de aer independentă de coloana de refulare, fiind amplasată în exteriorul acesteia și este conectată la coloana de refulare la o anumită distanță față șiul acesteia. Principiul de funcționarea al acestui tip de pompă constă în injecția de aer de la un compresor, formarea în zona de conexiune a amestecului apă – aer care împinge coloana de apă din coloana de refulare înspre suprafața terenului, fiind urmată de o emulsie constituită din apă și aer. Pompele aer – lift sistem alăturat au un randament superior celor concentrice și sunt folosite cu precădere în interiorul coloanelor cu diametre mai mici.

Pompele sistem concentric (fig. 9. 8) au introduse țeva de aer în interiorul coloanei de refulare, sunt folosite în cazul puțurilor cu diametre mai mari și au acelaș principiu de funcționare ca în cazul pompelor aer – lift sistem alăturat.

Aceste sisteme de pompare au importanță deosebită atât la împachetarea puțurilor cu material filtrant, dar mai ales la punerea în producție a acestora. De altfel în capitolul de punere în producție sau de dezvoltare a puțurilor (eng. well development) modul de funcționare al pompelor aer – lift va fi descris pe larg.

În cazul anvelopării prin împachetarea cu material filtrant (pietriș mărgăritar) circulația fluidelor creată de pompele aer – lift sau de pompele de noroi este realizată cu debite reduse astfel încât vitezele din spațiile inelare și din interiorul coloanelor tubate să fie mici pentru a asigura o împachetare cât mai bună a materialului filtrant și pentru a preveni eventuale colapsării ale găurii de sondă.

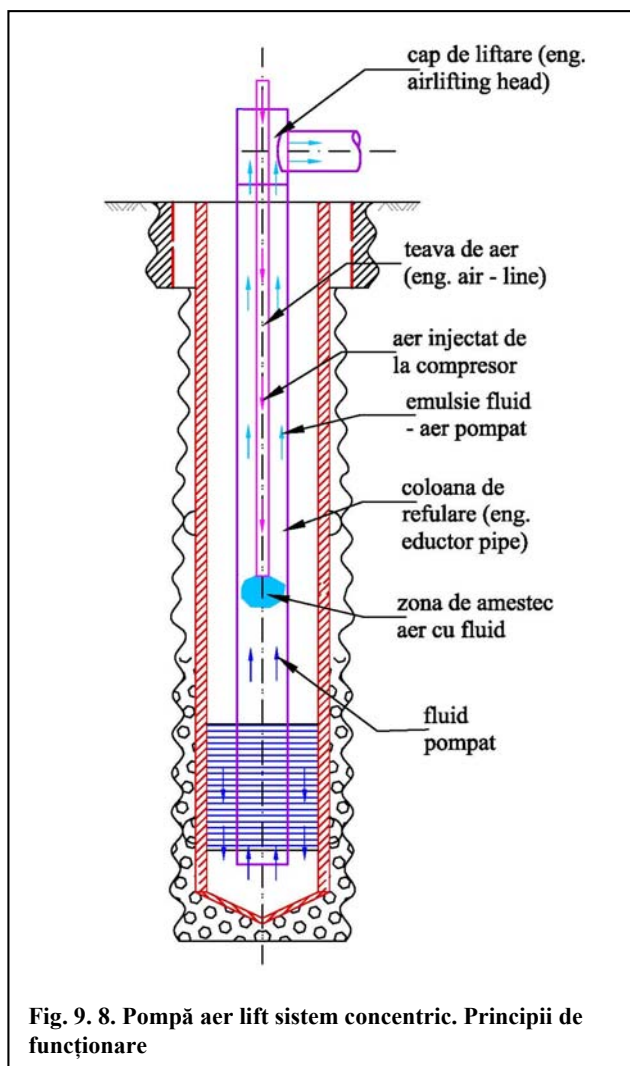


Fig. 9. 8. Pompă aer lift sistem concentric. Principii de funcționare

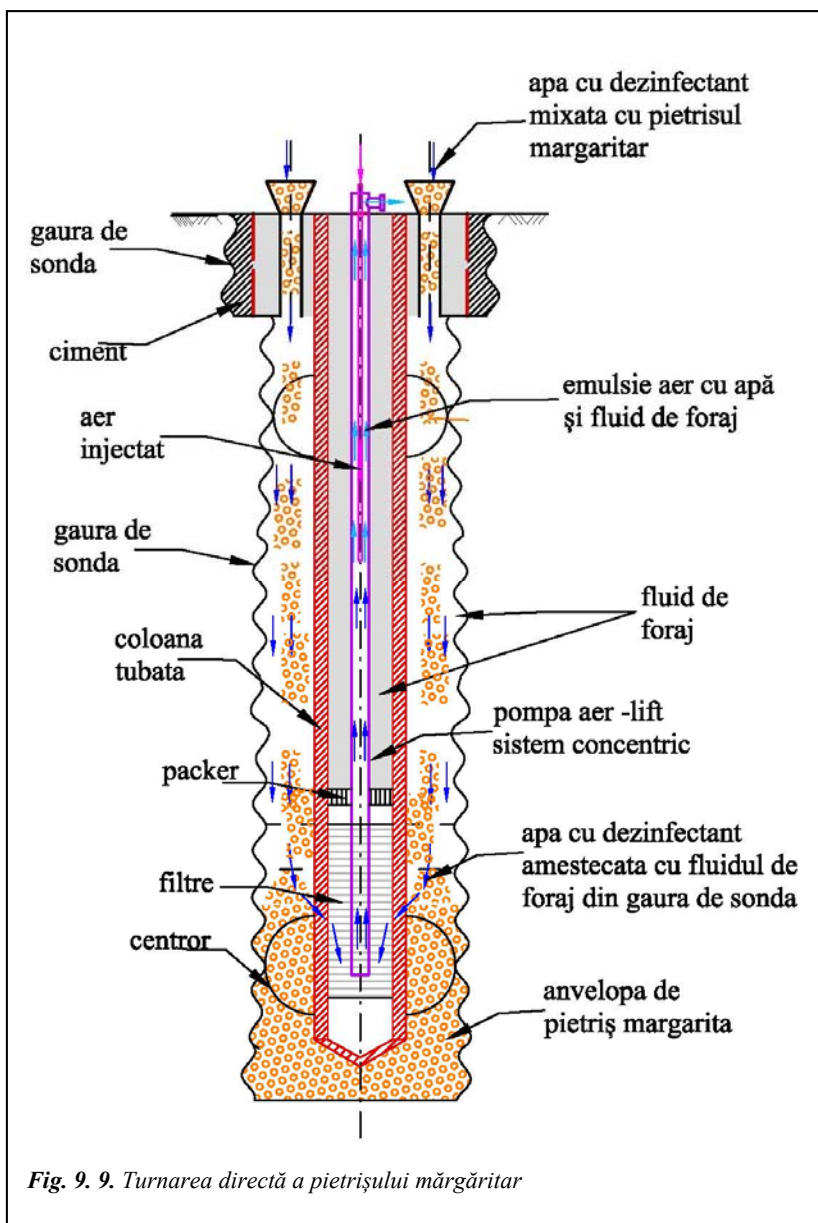


Fig. 9. 9. Turnarea directă a pietrișului mărgăritar

În oricare dintre situații pentru evitarea colmatării găurilor de sondă tubate, înaintea introducerii pietrișului mărgăritar, fluidul de foraj se recondiționează prin circulație, i se îmbunătățesc calitățile prin reducerea densității, a vâscozității (uneori ajungându-se la pâlnia Marsh, la vâscozități de 30 sec.) și a conținutului de nisip. Această operațiune devine obligatorie pentru înlesnirea operațiunilor de dezvoltare și pentru funcționarea puțurilor cu un randament cât mai bun.

9.5.1. Modalitatea amplasării materialului filtrant prin turnare directă

Pietrișul mărgăritar este fixat în spațiile inelare prin turnare directă în cazul puțurilor de mică și medie (de regulă sub 150 – 200, uneori maxim 300 m) adâncime. Dacă în cazul puțurilor cu adâncimi mai mici de 50 – 70 m, turnarea pietrișului mărgăritar nu necesită introducerea de țevi în spațiul inelar, în cazul

puțurilor mai adânci în spațiul inelar se introduc țevi prin care se toarnă materialul filtrant în vederea anvelopării.

Procesul de anvelopare (fig. 9. 9) se realizează prin turnarea pietrișului mărgăritar însoțit de circulația apei cu dezinfectanți sau de circulația unui fluid de foraj cu caracteristici foarte apropiate de apă. Curgerea poate fi sub forma circulației directe prin injectarea apei sau a fluidului ușor, cu soluție dezinfectantă, prin interiorul prăjinilor ce au la bază un packer sau sub forma circulației inverse (fig. 9. 9), atunci când pietrișul este introdus în spațiul inelar în curent de apă cu dezinfectant și este extras din interiorul coloanei tubate prin pompare în sistem aer – lift.

Dacă operațiunea de împachetare nu este realizată cu precauție, în cazul turnării directe gradul de segregare corectă al granulelor poate fi redus, din cauza desprinderii materialului solid de pe și din pereții găurii de sondă. Acest material poate fi înglobat în pachetul de pietriș din spațiul inelar, poate obtura fantele filtrelor sau poate fi depus în interiorul coloanelor filtrante.

9.5.2. Modalitatea turnării materialului filtrant prin țevi

Turnarea materialului filtrant prin țevi introduse în spațiul inelar (fig. 9. 10) reprezintă cea mai utilizată metodă pentru crearea anvelopelor de pietriș mărgăritat. Această modalitate de turnare prezintă siguranță sporită în formarea unor anvelope corect constituite, previne desprinderea de material solid din pereții găurii de sondă, iar materialul filtrant se dispune uniform în jurul coloanei filtrante. Totodată această modalitate se folosește în cazul în care găurile de sondă sunt adânci sau dacă nu sunt adânci, atunci când lungimea coloanelor filtrante este suficient de mare.

Procedeul constă (fig. 9. 10) în introducerea a două sau mai multe țevi cu diametrul de 2 inc. în spațiul inelar până aproape de adâncimea finală a puțului. Țevile sunt alimentate fie de la un mixer care trimite amestecul pietriș cu apă în țevile fixate, fie prin turnare pe pâlnii și injectare de apă curată cu

material dezinfectat în spațiul inelar. Pe măsura ridicării podului de pietriș de la talpa puțului înspre suprafață țevile de alimentare se extrag în așa fel încât podul de pietriș să fie uniform distribuit.

În timpul introducerii materialului filtrant se asigură în cele mai multe dintre situații circulația inversă a fluidului care de regulă este apă cu adaos de material dezinfectant. Pomparea este realizată de obicei cu pompe în sistem aer – lift ce au eductorul fixat cât mai aproape de tupa puțului.

În cazul acestei metodologii de împachetare, rata de introducere a materialului filtrant se cifrează la o cantitate cuprinsă între 5 și 10 tone pe oră. Pomparea se realizează cu debite scăzute, asigurându-se un echilibru între volumele de apă curată și materialul filtrant introdus în spațiul inelar și fluidul de foraj evacuat din puț cu pompele aer – lift.

9.5.3. Modalitatea turnării cu echipamente de tip "crossover"

Această metodă este aplicată cu precădere în cazul puțurilor forate cu diametre mici, de obicei cu coloane filtrante pierdute (linere), la adâncimi mari și foarte mari, uneori în găuri de sondă mai largi

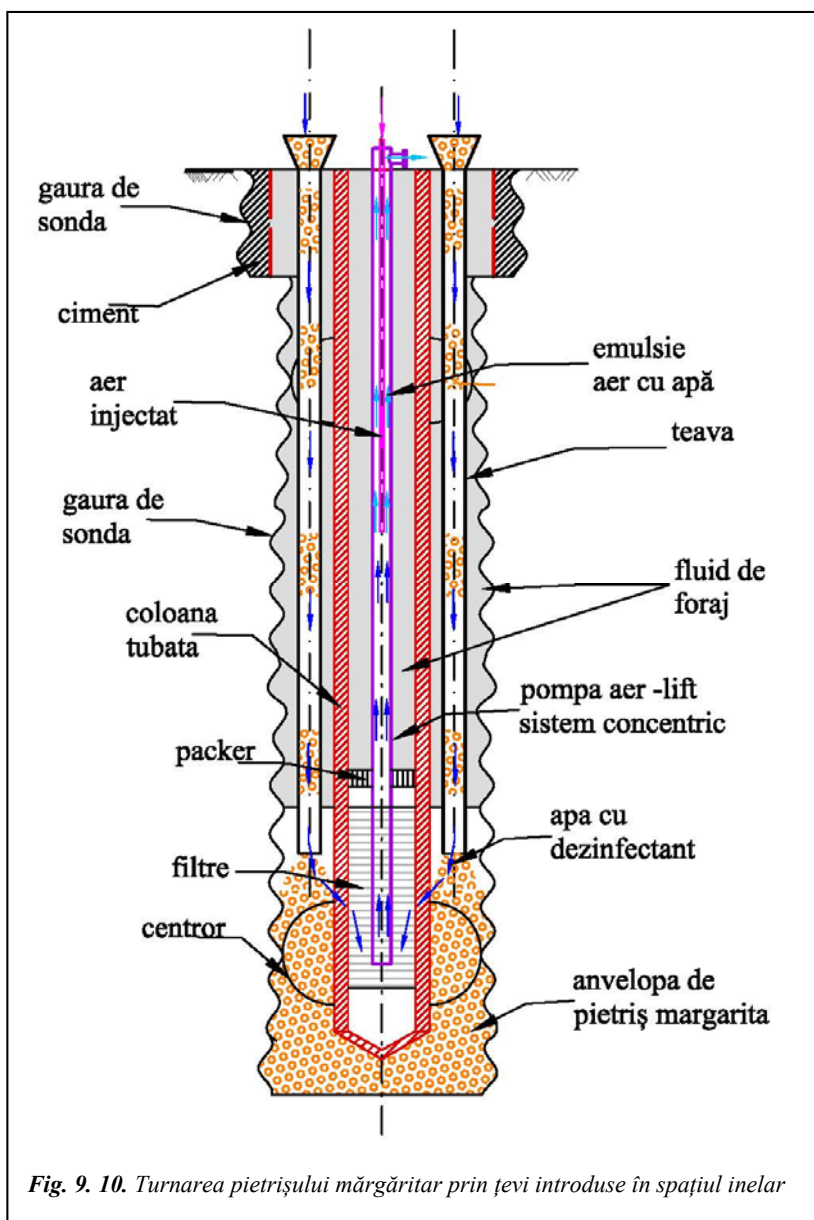


Fig. 9. 10. Turnarea pietrișului mărgăritat prin țevi introduse în spațiul inelar

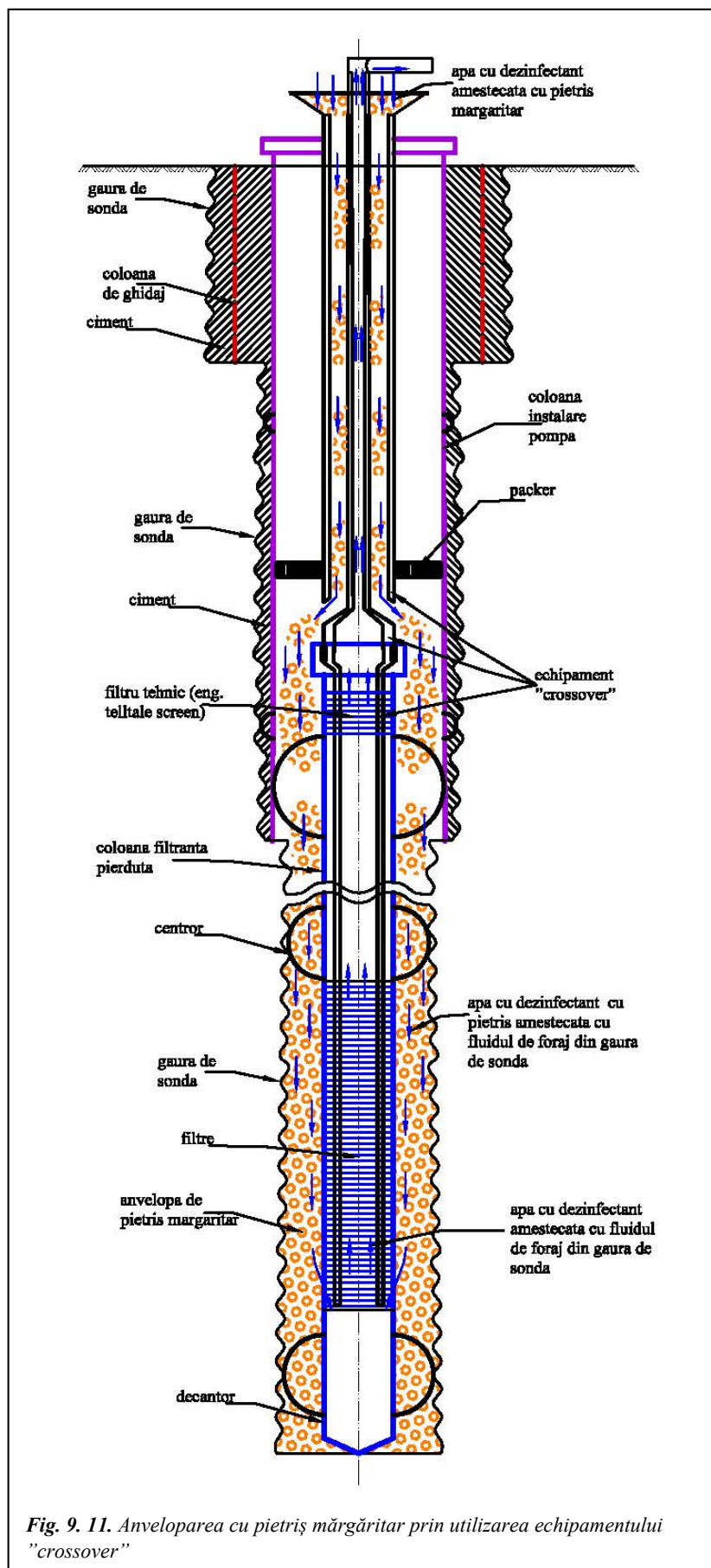


Fig. 9. 11. Anveloparea cu pietriș mărgăritar prin utilizarea echipamentului "crossover"

decât diametrul coloanelor de instalare a pompei (găuri largite cu sape expandabile – eng. underreamer). Pietrișul mărgăritar este introdus în spațiul inelar printr-un echipament special ce se atașează la baza garniturii de foraj duală și care se cuplează (fig. 9. 11) la capul coloanei pierdute.

Amestecul de material filtrant și apă este pompat prin spațiul inelar al prăjinilor duală, iar la nivelul echipamentului – crossover, atașat la partea superioară a coloanei tubate materialul filtrant este distribuit (fig. 9. 11) în spațiul inelar în prima etapă dintre pereții găurii de sondă și cloana filtrantă pierdută și în etapa următoare în spațiul inelar dintre interiorul coloanei de instalare a pompei și exteriorul coloanei filtrante. Umplerea spațiilor inelare cu pietriș mărgăritar se realizează începând cu baza decantorului până la capul coloanei pierdute.

Apa curată cu dezinfectant este injectată cu materialul filtrant în spațiile inelare, aceasta dislocuie fluidul de foraj și evacuează fluidul de foraj prin sistemul crossover și mai apoi prin interiorul prăjinilor duală (fig. 9. 11) utilizate pentru lansarea echipamentului crossover. Amestecul dintre apa curată injectată cu pietrișul mărgăritar și fluidul de foraj din puțul forat este preântâmpinat de existența unui packer care permite circulația într-un sens a apei

curate și a pietrișului mărgăritar, iar în sens ascendent numai a fluidului de foraj preexistent.

În partea superioară a coloanei pierdute (fig. 9. 11), în interiorul coloanei pentru instalarea pompei se găsește un filtru tehnic (eng. telltale screen), cu lungime de 3 – 5 m, care atunci când este acoperit cu pietriș mărgăritar indică creșterea de presiune în timpul circulației, alertând operatorul că trebuie să înceteze operațiunea de instalare a pietrișului mărgăritar.

Ca urmare a neregularităților găurii de sondă, în timpul operațiunilor de dezvoltare podul de pietriș mărgăritar poate coborâ suficient de mult, iar uneori poziția acestuia poate fi găsită sub șeful coloanei de instalare a pompei. Din această cauză, în faza finală a dezvoltării puțurilor forate, nivelul de pietriș se verifică periodic și se completează până la nivelul inițial de introducere.

Metoda instalării materialului filtrant folosind echipamentul crossover, presupune experiență atât în angajarea ”crossover” la partea superioară a coloanei pierdute, dar și operatori specializați în acționarea unui echipament de mare complexitate, al cărui preț este destul de ridicat.