ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

М. С. Молдабеков

БҰРҒЫЛАУ ЖӘНЕ ТАМПОНАЖДЫҚ ЕРІТІНДІЛЕР

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2016

ӘОЖ 622.1/2 (075.8)
КБЖ 33.131я73
М 66

Пікір жазғандар:

Т. Мендебаев – техн., ғыл., док-ры., Қазақстан Республикасының еңбек сіңірген өнертапқышы;

Э. Ж. Өмірзақова – ассоц., профессор, Каспий қоғамдық университеті.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2016 жылғы басылым жоспары бойынша басылды

Молдабеков М.С.

М 66 Бұрғылау және тампонаждық ерітінділер: Оқу құралы /М.С. Молдабеков. – Алматы: Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2016. – 131 б.: Сурет – 37. Библиогр., тізім – 15 атау.
ISBN 978-601-228-931-2

Оқу құралында мұнай және газ ұңғыларын жуу технологиясы және қазіргі кезде ұңғыларды бұрғылауда қолданылатын бұрғылау ерітінділерінің түрлері қаралған. Сонымен қатар бұрғылау ерітінділерінің қасиеттері, оларды реттеуде қолданылатын химиялық реагенттер жазылған. Бұрғылау ерітінділерін дайындауда, тазартуда қолданылатын материалдар мен қондырғылар қаралған.

Оқу құралы жоғары оқу орындарының 5В070800 – Мұнай газ ісі, "Мұнай және газ ұңғыларын бұрғылау" мамандығы бойынша оқитын студенттерге арналған.

ӘОЖ 622.1/2 (075.8)
КБЖ 33.131я73

ISBN 978-601-228-931-2

© Молдабеков М.С., 2016
© ҚазҰТЗУ, 2016

КІРІСПЕ

Соңғы жылдары мұнай және газ ұңғыларын бұрғылауда қолданылатын жуу сұйықтарының қолдану жағдайлары айтарлықтай өзгерген. Бұл өзгерістер ұңғы тереңдігінің өсуі мен жаңа кен орындарын игеруге байланысты болды. Қазіргі кездегі терең ұңғылар түбіндегі температура 200^0 С дейін жетеді. Жоғары температураға жоғары қабат қысымы сәйкес жүретіндігі белгілі. Бұл бұрғылау технологиясын қиындатады, өте-мөте жуу сұйығының қасиеттерін кең көлемде реттеуді қажет етеді.

Жуу сұйықтарының қасиеттерін реттеу тәсілдері мен қолданылатын материалдардың әр түрлілігі, саз балшық ерітінділерін химиялық реагенттермен өңдеу және жоғары температура кезіндегі құбылыс механизмін жете білуді қажет етеді.

Бұрғылау жағдайларының қиындай түсуі, қолданылатын жуу сұйықтары мен химиялық реагенттер түрлерін көбейтті. 1955 жылдарға дейінгі негізгі жуу сұйықтарының түрі саз балшық ерітінділері, ал химиялық реагенттерден көмір сілтілі реагент пен сульфитті-спирті бар болса, қазіргі кезде мұнай негізді, эмульсиялық, әктасты-битумды ерітінділер, аэрацияланған, газ тәріздес агенттер кеңінен қолданылады. Ал жуу сұйықтарын өңдеуде қолданылатын химиялық реагент түрлері де өте көп.

Ұңғыларды жуу бұрғылау процесіндегі ең басты және жауапты процестердің бірі. Ол жуу сұйықтарын дайындау, тазарту, параметрлерін реттеу сияқты технологиялық операциялардан тұрады.

Ұңғыларды бұрғылау жұмыстарын шиеленіссіз және апатсыз жүргізу, ең бірінші жуу процесінің жеткілікті дәрежесімен, оны іске асыруда қолданылатын қондырғыларға тікелей байланысты.

Бұрғылау практикасында ұңғыларды жуу процесі үнемі жетілдірілу үстінде. Қазіргі бұрғы қондырғылары тиімділігі жоғары жуу сұйықтарын дайындау қондырғыларымен және қуаты жоғары бұрғы сораптарымен жабдықталған.

ҰҢҒЫЛАРДЫ ЖУУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

1. Ұңғыларды жуу технологиясын жетілдіру

Мұнай және газ ұңғыларын апатсыз тиімді бұрғылау ең алдымен ұңғыны жуу процесін жетілдірумен және оны іске асыру үшін қолданылатын қондырғылармен анықталады. Ұңғыларды жуу процесі тау жыныстарын талқандау, ұңғы түбін бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінен тазарту, бұрғы қашауы мен аспаптарын салқындату және майлау, тау жыныстары бөлшектерін жер үстіне тасымалдау, ұңғы оқпанын тұрақтандыру және қатайту, өткізгіш қабаттарды саңылаусыздандыру, ұңғы – қабат арасындағы қысымды теңестіру сияқты операцияларды қамтиды.

Бұрғылау техника-экономикалық көрсеткіштеріне жүргізілген талдаулар тиімділігі ең жоғары бұрғы қондырғылары мен аспаптарын қолданғанның өзінде де, олардың жоғары болмайтындығын көрсетеді. Тек технологиялық көрсеткіштері жоғары, жақсы және жуу технологиясы жетілдірілген жағдайларда ғана ұңғыларды бұрғылау техника-экономикалық көрсеткіштерін көтеруге болады.

Бұрғылау практикасында ұңғыларды жуу технологиясы ылғи жетілдіру үстінде. Қазіргі бұрғы қондырғылары тиімділігі жоғары жуу сұйықтарын дайындау және көп сатылы тазарту қондырғылары мен қуаты жоғары бұрғы сораптарымен жабдықталған. Сонымен қатар жуу сұйықтарын дайындауда жоғары сапалы материалдар, химиялық реагенттер саз балшық ұнтақтары қолданылады. Тек прогрессивті жуу технологиясын қолдану барысында ұңғыларды бұрғылау жылдамдығын 25-50 % арттыруға болатындығы белгілі.

2. Ұңғыларды жуу режимі

Ұңғыларды жуу технологиясы деп, жуу сұйықтарын дайындау, тазарту, айналдыру сияқты қондырғылар көмегімен жүргізілетін технологиялық процестер мен операциялар

жинағын айтуға болады. Ұңғыларды жуу технологиялық процесіндегі негізгі жұмысшы агент бұрғылау ерітіндісі болып саналады. Бұл процестің негізгі сипаттамалары жуу сұйығының айналым режимінің параметрлері мен жуу сұйығы қасиеттерінің көрсеткіштері.

Жуу сұйықтарының физикалық және химиялық қасиеттерін атауға болады. Физикалық қасиеттері термодинамикалық, реалогиялық, сүзілімдік, жылу физикалық және электрлік болып бөлінеді.

Ұңғыларды жуудағы негізгі технологиялық операция ұңғы оқпанына жуу сұйығын айдау. Оның орындалуы үшін, жуу сұйығын дайындау, тазарту, ауырлату, химиялық реагенттермен өңдеу сияқты қосалқы жұмыстар іске асырылуы тиіс.

Ұңғыларды жуу технологиялық параметрлері жуу сұйығының ағу режимі мен ағу жылдамдығы, ұңғы түбін ағынмен шаю, бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінен тазарту, оларды ұңғы түбінен сағасына қарай тасымалдау, дифференциалдық қысым мәні.

Ұңғыларды ағын жылдамдығы жоғары ерітінділермен бұрғылауда және жуу өнімділігі өскен сайын бұрғылау жылдамдығы жоғарылауы тиіс, бірақ кері әсерлердің де болуы мүмкін. Мысалы, ұңғы түбінде дифференциалдық қысым өседі, ұңғы қабырғасының шайылып бөліну жағдайлары байқалады. Демек, әр нақтылы жағдайда жуу режимін таңдап алуда, бұрғылау жылдамдығын, ұңғы қабырғасына жұмсалатын минимальді шығын мәнінде жүргізуге тырысу тиіс.

Ұңғыларды жуу режимін таңдауда төмендегі шарттар орындалуы тиіс.

1. Бұрғы қашауында іске асырылатын гидравликалық қуат, бұрғы сорабы қуатының 65 % -нен төмен болмауы тиіс.

2. Ұңғы түбіндегі дифференциалдық қысым төмен болуы тиіс.

3. Бұрғы сораптарының гидравликалық қуаты мүмкіндігінше толық пайдалануы тиіс.

4. Бұрғылау ерітіндісінің бұрғы қашауы сұғындамаларынан ағу жылдамдығы жоғары болуы тиіс.

Қашауда іске асырылатын гидравликалық қуат, бұрғылау ерітіндісінің қашау сұғындамаларынан ағу жылдамдығы, ұңғы

түбіндегі дифференциалдық қысым, механикалық бұрғылау жылдамдығын анықтаушы жуу көрсеткіштері болып саналады.

Қашау сұғындамаларынан шығатын ағу жылдамдығының гидромониторлық тиімділігін іске асыру, қашау өтімділігі мен бұрғылау жылдамдығын жұмсақ тау жыныстарында 2-3 есе өсіруге мүмкіндік береді. Бұрғы қашауы сұғындамаларынан ағып өту жылдамдығы V_o= 80-120 м/с.

3. Жуу режиміне қойылатын талаптар

Жуу сұйықтары айналым жүйесінің негізгі жер асты учаскесі қашау, ұңғы түбі және бұрғылау құбырлары сыртындағы сақиналы кеңістік болып саналады.

Бұрғы қашауы астындағы жуу сұйығы айналым режиміне қойылатын негізгі талап, ол жердегі бұрғыланған тау жыныстары бөлшектерін қашау тістері қайта талқандамайтындай етіліп, тазартылып отыруы тиіс. Қашау астындағы жуу сұйығы ағынының режимі, сол жердегі бұрғыланылған тау жыныстарын бірден көтеріп отыратындай және қашау сұғындамаларынан ағып шығатын гидромониторлы ағын жылдамдығы жоғары болатындай етіліп алынуы тиіс.

Жуу сұйығы ағынының ұңғы түбін жуып-шаю әсері өлшене және есептеліне бермейді. Ол үшін жуу сұйығының қашау сұғындамасынан ағу жылдамдығы, соғу күші және қашауда өндірілетін қуаты сияқты көрсеткіштер қолданылады.

Жуу сұйығының орташа ағу жылдамдығы, бұрғы сорабы өнімділігі мәнін қашау сұғындамалары қимасының жалпы ауданына бөлу арқылы анықталады.

$$V_0 = \frac{4 \cdot Q}{f} \qquad (1)$$

Q - бұрғы сорабының өнімділігі, $м^3/с$;

f - қашау сұғындамаларының қима ауданы, $м^2$.

Ал қашауда іске асырылатын қуат, бұрғы сорабы өнімділігін қашаудағы қысым кедергісінің мәніне көбейту арқылы анықталады.

$$N_д = Q \cdot P_к \qquad (2)$$

$P_к$ - қашау тесіктеріндегі қысым кедергісі, МПа.

$$P_к = \frac{8}{\pi^2 \cdot \mu^2 \cdot n \cdot d^4} Q \cdot \rho_{жс} \qquad (3)$$

$\rho_{жс}$ - жуу сұйығының тығыздығы, кг/м^3;

μ - сұғындама коэффициенті (92-95);

n - сұғындамалар саны;

d - сұғындама диаметрі, м.

Жуу сұйығы ағынының ұңғы түбін соғу күші, сорап өнімділігі, жуу сұйығының ағу жылдамдығы және тығыздығы көбейтінділерінің мәні бойынша бағаланады.

Ұңғы түбінің тау жыныстары бөлшектерінен тазару дәрежесі Рейнольдс саны бойынша анықталады. Рейнольдс саны өскен сайын, ұңғы түбінің тазару дәрежесі де жоғары болады.

Жуу сұйығының сақиналы кеңістіктегі ағу жылдамдығы біріншіден бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінің тасымалдану қажеттілігі бойынша анықталады. Ұсақ бөлшектер жер үстіне жуу сұйығы ағу жылдамдығы бөлшектердің шөгу жылдамдығынан жоғары болған жағдайда көтеріліп шығарылады. Сондықтан ұңғы оқпанының тазару дәрежесін сұйық ағынының жылдамдығын өсіру немесе бөлшектердің шөгу жылдамдығын төмендету арқылы күшейтуге болады. Жуу сұйығының сақиналы кеңістіктегі көтерілу жылдамдығын, онда турбулентті құйын пайда болғанға дейін көтеру тиімді. Турбулентті ағу режимінде шлам бөлшектерінің шөгу жылдамдығы, ламинарлық режимдегіге қарағанда жоғары және де, ұңғы қабырғасының жуылып, шайылуы күшейеді. Сондықтан шламның сақиналы кеңістікте ламинарлық ағу режимінде көтерілуін қамтамасыз еткен жөн.

4. Жуу сұйықтарының қашау сұғындамаларынан ағу заңдылықтары

Жуу сұйығы қашау сұғындамаларынан ағып өткен кезде, сұйықтың потенциалдық энергиясы (қысым) кинетикалық энергияға (ағын қысымына) айналады.

Бұл айналу толықтығы – сұғындама пайдалы әсер коэффициенті, қаралған құбылыстың энергетикалық сапа жағын анықтайды.

Сұйық ағыны қашау сұғындамаларынан ағып өткен кезде, қоршаған ортамен әрекеттесе отырып, белгілі бір қасиетке ие бола өзгереді.

Бұл аталған қасиеттерге, ағын және оның қозғалу режимі әсер етеді. Ағу режимі ламинарлы және турбулентті болуы мүмкін.

Лиминарлы режимде ағын бір бірімен қосылмай қатар қозғалатын сансыз шағын ағындар түрінде болуы мүмкін. Ағынның шеткі қабаттары қоршаған ортада тежеліп, жылдамдығы төмендеп, ағын қатпарланып, шөгіп қалады. Мұндай жағдайда, ағын массасы азаяды.

Турбулентті ағында қозғалу барысында ұлғаятын ауыспалы масса түрінде байқалады. Рейнольдс саны $Re > 2100$ болған жағдайда ағын турбулентті деп саналады.

Қашау тесіктері мен сұғындамаларынан ағып өтетін сұйық ағыны турбулентті болып саналады, өйткені Рейнольдс саны бес-алты мәнді сандармен сипатталады.

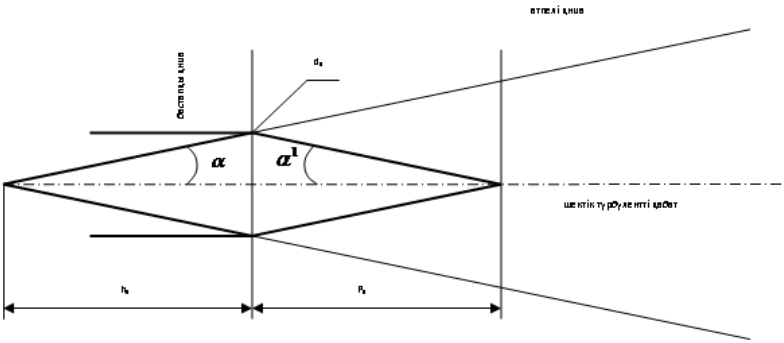
Сұйық ағыны жайылатын орта тығыздығына қарай жайылатын және жайылмайтын болып бөлінеді. Жайылатын орта тығыздығы ағын заттарының тығыздығынан төмен болған жағдайда ($\rho_o < \rho_{ағ}$) ағын жайылмайтын, ал $\rho_o > \rho_{ағ}$ жайылатын ағындарға тән.

Ұңғы бұрғылау кезіндегі қашау сұғындамаларынан ағып шығатын ағынның негізгі міндеті ұңғы түбін тазарту және мүмкіндігінше тау жыныстарын талқандау.

Ағынның жайылуы сызықтық теңдеумен жазылады.

$$d = d_0 + a\,l \qquad (4)$$

d – l қашықтықтағы ағын диаметрі;
d_o- ағынның бастапқы диаметрі (сұғындама диаметрі);
a - 2 $t_g \frac{\alpha}{}$ (α -ағын өсі мен құрамасы арасындағы бұрыш);
a - ағынның ұлғаю қарқынын сипаттаушы көрсеткіш.



1-сурет. Еркін жайылмалы ағынның жайылу схемасы

ЖУУ СҰЙЫҚТАРЫ

5. Ұңғыларды жуу және жуу сұйықтарының атқаратын міндеттері

Ұңғыларды жуу және жуу сұйықтарының басты міндеттері

1. Ұңғы түбіндегі тау жыныстарын талқандау жуу сұйықтарының айналу процесіндегі технологиялық міндеттерінің бірі.

2. Ұңғыларды жуу міндеттерінің ең негізгілерінің бірі – ұңғы түбін бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінен тазарту және оларды жер үстіне көтеріп шығару. Тау жыныстарының бұрғыланылған бөлшектері ұңғы түбінен қаншалықты тез тазартылса, бұрғы қашаулары да, соншалықты тиімді жұмыс істейді. Бұл міндеттің орындалу шарты міндетті. Ұңғы түбін бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінен тазартудың екі жолы бар: 1) жуу сұйығының тығыздығы мен тұтқырлығын көтеру арқылы; 2) ұңғы түбіне жеткізілетін жуу сұйығының тұтыну мөлшерін өсіру арқылы. Бұның біріншісі

тиімсіз, сондықтан екіншісі қолданылады. Бұрғыланылған тау жыныстарының бөлшектері ұңғы түбінен көтерілген бойда, жер үстіне шығарылуы тиіс. Ұңғы оқпанында тұрған жағдайда, бұрғылау аспабын қажауы немесе оларға сальник оралып, ұсталынып, қысылып қалуы мүмкін.

3. Тау жыныстары бөлшектерін ұстап тұру қабілеті. Бұл жуу сұйықтарының қажетті технологиялық сипаттамаларының бірі. Әсіресе жуу сұйықтарының ұңғы ішінде тыныштық күйіндегі. Бұл міндет жуу сұйықтарының статикалық ығысу кернеуі арқылы бағаланады. Ығысу кернеуінің мәні өскен сайын бөлшектер бір орында жақсы ұсталады.

Тау жыныстарының меншікті салмағы, жуу сұйықтарынікінен жоғары (үлкен), сондықтан тау жыныстары бөлшектері төмен қарай құлауға тырысады, бөлшектер қоршаған сұйықта жанама кернеу пайда болады.

$$\tau = \frac{G}{S}; \qquad (5)$$

G – жуу ерітіндісіндегі бөлшектердің салмағы;

S – бөлшектер беттерінің ауданы.

4. Қабат – ұңғы жүйесіне гидростатикалық қысым тепе-теңдігін түсіру.

Бұрғылау процесінде ұңғы мен бұрғыланылған қабат ұңғы - қабат жүйесін құрайды. Жуу сұйығы ұңғы қабырғасына қысым түсіреді. Қабаттағы сұйық немесе газ ұңғы қабырғасына қабат жағынан қысым түсіреді. Бұрғылау барысында қабат қысымы ұңғы шегінде міндетті түрде теңгерілуі тиіс. Әйтпесе қабат сұйығы немесе газ атқылап, апат жағдайлары болуы мүмкін.

Қабат қысымын ұңғы шегінде екі тәсілмен теңгеруге болады. Ұңғы ішіндегі жуу сұйығы бағанының салмағымен немесе ұңғы сағасында кері қысым түсіру арқылы.

5. Ұңғы қабырғасын опырылып құлаудан сақтандыру.

Алдыңғы міндетке ұқсас. Ұңғы қабырғасының тұрақтылығын қамтамасыз етуші бірінші және негізгі міндет. Ол бұрғылау сұйығының ұңғы қабырғасына түсіретін қысымы. Екіншісі – бос тау жыныстарын құрайтын ұңғы қабырғасын жуу

сұйығымен қатайту. Үшіншісі – су суспензиясының мөлшері.

6. Бұрғы қашауын, бұрғылау құбырларын, гидравликалық қондырғыларды салқындату – бұл жуу сұйығының қарапайым және тиімді міндеттерінің бірі.

7. Майлау қасиеті.

6. Жуу сұйықтары дисперстік жүйе

Жуу сұйықтары әр түрлі қатты, газ тәріздес, сұйық заттарды суда диспергациялау (ерітіп ұсақтау) арқылы дайындалады. Диспергациялау деп қатты және сұйық заттарды белгілі ортада ұсақтап еріту деп түсінуге болады. Оның нәтижесінде жүйенің дисперсиялық дәрежесі өседі. Дисперсиялық жүйе құрамына дисперсияланған фаза және дисперсиялық орта кіреді. Жуу сұйықтар дисперсиялық ортасы ретінде су немесе мұнай қолданылады. Біріншісі су негізді, ал екіншісі мұнай негізді жуу сұйықтары деп аталады.

Су негізді жуу сұйықтары дисперсиялық фазасы саз балшық бөлшектерінен, ауырлатқыштардан, бұрғыланылған тау жыныстары, сонымен қатар еріген мұнай тамшыларынан немесе басқа көмірсутек сұйықтарынан тұруы мүмкін. Ал мұнай негізді жуу сұйықтары дисперсиялық фазасы құрамына саз балшық бөлшектері, ауырлатқыштар, бұрғыланылған тау жыныстары, су тамшыларының кіруі мүмкін. Дисперсиялық фаза бөлшектерінің өлшемі дисперсия дәрежесі бойынша сипатталады, яғни дисперсия бөлшектер өлшеміне кері шама.

Дисперсиялық фаза бөлшектерінің өлшемі бойынша дисперсиялық жүйе төмендегідей тұрлерге бөлінеді:

1. Нақтылы ерітінділер – жеке молекула өлшемдеріне дейін диспергацияланған заттар. Нақтылы ерітінділер төмен молекулалы және жоғары молекулалы болып бөлінеді. Нақтылы ерітінділер бір фазалы жүйелерге жатады. Мұндай жүйелерде еріген заттар мен орта арасында шек болмайды.

2. Коллоидты ерітінділер – қатты бөлшектері жәй микроскоппен көрінбейтін өлшемге дейін диспергацияланған. Коллоидтық бөлшектер өлшемі (1-100 мк). Коллоидтық бөлшектер қағаз сүзгіден өтіп кетеді.

3. Суспензия – дисперсиялық фаза бөлшектері жәй

микроскоппен байқалады, бөлшек өлшемдері (1-10 мк). Суспензиялардағы қатты фаза өлшемдерінің ең жоғарғы шегі, дисперсиялық жүйе бөлшектерді бір орында ұстап тұру қабілетімен анықталады.

4. Эмульсиялар – дисперсиялық орта мен дисперсиялық фаза бір-бірімен араласпайтын екі сұйықтан (су және сұйық көмірсутегі) тұрады. Дисперсиялық орта болып қайсысының эмульсиядағы көлемі көп болса, сол болады, ал азы дисперсиялық фаза болып саналады.

Жуу сұйықтарын жоғарыда аталған дисперсиялық жүйелердің ешқайсысына да жатқызуға болмайды, себебі оның құрамында диспергацияланған бөлшектердің барлық түрлері кіреді.

Жуу сұйықтары гетрогенді дисперсиялық жүйе түріне жатады.

Жуу сұйықтары дисперсиялық ортасының құрамында дисперсиялық фаза бетіне тартылып одан су молекуласын ығыстырып шығара алатын еріген заттар болуы мүмкін. Мұндай кезде бөлшектер бетіндегі еріген заттар концентрациясы, сұйық ішіндегі концентрациясынан едәуір көп болуы мүмкін. Еріген заттар концентрациясының фазалар шегінде, жалпы көлемдегі концентрациясының көбеюін адсорбция (қатты бөлшектердің жұтылуы) деп аталады. Адсорбция беттік тартылуға байланысты. Адсорбция шамасы Г, беттік тартылу және еріген заттар концентрациясы С арақатынастары Гиббс формуласы бойынша анықталады.

$$\Gamma = \frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc} \qquad (6)$$

R – газ тұрақтылығы; Т – абсолюттік температура;

σ – беттік керілу.

Адсорбцияға бейімділігі бойынша еритін заттар беттік – активті және беттік – активті емес болып бөлінеді. Адсорбция өздігінен жүретін процесс.

7. Жуу сұйықтарының топтамасы

Жуу сұйықтарын топтау, бұрғылау кезінде олардың түрлерін таңдап алуды жеңілдетеді. Мұндай жағдайдағы анықтаушы кезең болып ерітінділердің өзіне тән сипаттамалары мен қолдану жағдайлары саналуы тиіс.

Жуу сұйықтарын дисперциялық ортаның құрамы бойынша үш топқа бөлуге болады.

1. Су негізді жуу сұйықтары.
2. Көмірсутек негізді жуу сұйықтары.
3. Газдар және газ-сұйық қоспалары.

Бұл топтың әрқайсысын өз алдына дисперстік фаза құрамы, коллоидтық фракция алу тәсілі, оларды өңдеуде қолданылатын химиялық реагенттер құрамы бойынша шағын топтарға бөлуге болады.

Су негізді жуу сұйықтарын:

1. Су (тұщы, теңіз суы, тұздық).
2. Саз балшық суспензиялары.
3. Саз балшықты емес тау жыныстарын бұрғылау барысында алынатын табиғи суспензиялар.
4. Гидрогель негізді суспензиялар.
5. Эмульция (судағы май).

Көмірсутек негізді жуу сұйықтары:

1. Газсыздандырылған мұнай және мұнай өнімдері.
2. Көмірсутек негізді көп компонентті ерітінділер.
3. Инвертті эмульсиялар (майдағы су).

Газдар мен газ-сұйық қоспалары:

1. Ауа.
2. Табиғи газ.
3. Тұман және көбік.
4. Аэрацияланған су.

Төменде (2-сурет) жуу сұйықтарының жаратылысы, дисперстік фаза құрамы және олардың әсер ету жағдайларын қамтушы топтамасы берілген.

8. Жуу сұйықтарының қасиеттері

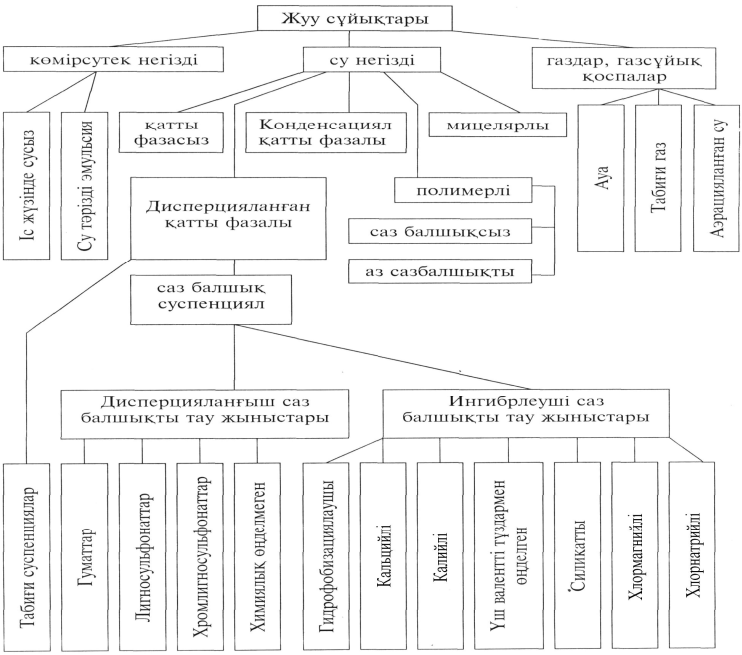
Жуу сұйықтарының нақтылы бұрғылау жағдайларына жарамдылығы, оларды дайындау және бұрғылау барысында өлшеуді қажет ететін қасиеттері бойынша анықталады.

1. Жуу сұйығының тығыздығы - көлем бірлігінің массасы, кг/м^3 өлшенеді.

Жуу сұйығының тығыздығы ұңғы ішіндегі гидростатикалық қысымды анықтайды.

$$P_{гст} = \rho_{жс} g H \qquad (7)$$

$\rho_{жс}$ - жуу сұйығының тығыздығы, кг/м^3;
g - еркін түсу үдеуі, м/с^2 ;
H - ұңғы тереңдігі, м.



2-сурет. Жуу сұйықтарының топтамасы

Жуу сұйығы тығыздығының өсуіне қарай ұңғы айналым жүйесіндегі гидравликалық кедергі күш өседі, бұрғы сорабының өнімділігі төмендеп, ұңғы түбінің тазару дәрежесі нашарлайды. Сонымен қатар ұңғы ішіндегі гидростатикалық қысымның өсуі, ұңғы түбіндегі тау жыныстарының талқандалу қарқынын төмендетіп, механикалық бұрғылау жылдамдығы азаяды.

Мысал ретінде гидростатикалық қысымның өсуіне байланысты бұрғылау жылдамдығының азаюын сипаттаушы графикті (3-сурет) көрсетуге болады.



3-сурет. Бұрғылау жылдамдығының гидростатикалық қысымға тәуелділігі

Қалыпты бұрғылау жағдайларында жуу сұйығы тығыздығын көтерудің қажеттілігі жоқ. Тек қатты, бірақ тұрақты емес тау жыныстарында жуу сұйығы тығыздығын өсіруге тырысады.

Жуу сұйықтары тығыздығын көтеру үшін арнайы ауырлатқыш қоспалар қолданылады.

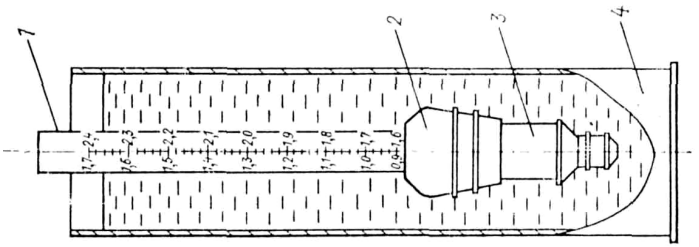
Жуу сұйығының салыстырмалы тығыздығын төмендегі формула бойынша анықтауға болады.

$$\rho_0 = \rho_{жс} / \rho_c \qquad (8)$$

ρ_c – тұщы су тығыздығы, кг/м^3.

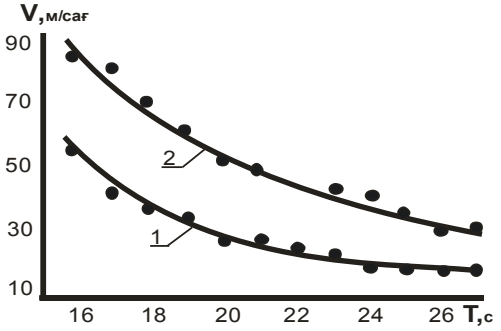
Бұрғылау жұмыстарында жуу сұйығының тығыздығы

ареометр (4-сурет) немесе рычагты таразы көмегімен өлшенеді. Ареометр сауытына (3) жуу сұйығын толтырып құйып, таза сумен шайып, су толтырылған ыдысқа (5) салады. Сұйық деңгейіндегі шкала (1) белгілері бойынша тығыздық анықталады.



4-сурет. АГ-1 ареометрі

2. Тұтқырлық. Жуу сұйықтарының ең негізгі сипаттамаларының бірі. Ол ұңғы айналым жүйесіндегі гидравликалық кедергіні анықтайды, әрі жуу сұйықтарының тау жыныстары кеуектері мен жарықтарына ену түрлері мен мөлшерін көрсетеді. Тұтқырлық өскен сайын ұңғы түбінің бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінен тазартылуы нашарлап, механикалық жылдамдық төмендейді (5- сурет).



5- сурет. Механикалық бұрғылау жылдамдығының тұтқырлыққа тәуелділігі:
1-алевролит; 2- саз балшық

Жуу сұйығының тұтқырлығын мүмкіндігінше төмен ұстауға тырысу керек. Тек жұтуға бейімді тау жыныстарында ғана көтеру қажет.

Жуу сұйықтарының шартты тұтқырлығын (Т, сек.) воронка тәріздес СПВ-5 дала вискозиметрінің көмегімен өлшейді (6-сурет). Көлемі 700 $см^3$ прибор ішіне құйылған жуу сұйығының 500 $см^3$ көлемінің ішкі диаметрі 5 мм прибор түтігінен ағып өту уақыты.

Динамикалық және құрылымдық тұтқырлықтар ратациондық ВСН-3, ВСН-2 вискозиметрлерімен (7-сурет) анықталады.

Құрылымдық тұтқырлық төмендегі формула бойынша есептелінеді (Па.с).

$$\eta = \frac{A(\varphi_2 - \varphi_1)}{(n_2 - n_1)} \tag{9}$$

Динамикалық ығысу кернеуі (Па).

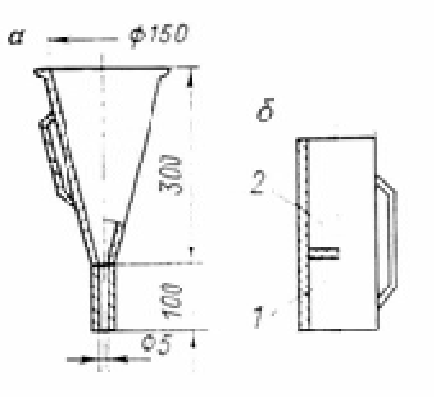
$$\tau_0 = \frac{A}{B}\left[\phi_2 - \frac{n_2}{n_2 - n_1}(\phi_2 - \phi_1)\right] \tag{10}$$

А мен В – прибор тұрақтылығы (прибор паспортында беріледі);

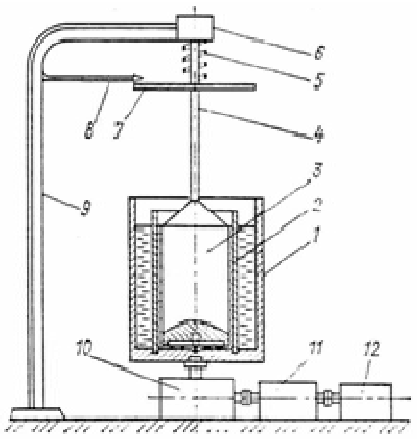
φ_1 және φ_2 - n_1 және n_2 айналу жиіліктерінде өлшегендегі прибор шкаласының бұрылу бұрышы.

3. Статикалық ығысу кернеуі (тиксотропиялық қасиет). Тиксотропия деп суспензияның тыныштықта қоюланып, араластырған кезде жеңіл жылжитын сұйыққа айналуын айтады. Суспензияның тыныштықтағы құралған құрылымының беріктігін статикалық ығысу кернеуі (СНС) деп атау қабылданған. Статикалық ығысу кернеуі - ерітінді құрылымын бұзып, оның ағу қабілетін қалпына келтіруге қажетті кернеу. Бұрғылауда статикалық ығысу кернеуін екі мәнде сипаттау қабылданған. Бір минут тыныштықтан кейін өлшенетін бастапқы ($'_1$) және араластырылғаннан соң, 10 минут

тыныштықтан кейінгі (′10). Статикалық ығысу кернеуі ратациондық вискозиметр немесе СНС-2 (8-сурет) приборларымен өлшенеді.



6-сурет. СПВ-5 вискозиметрі:
А- вискозиметр; б- өлшеу ыдысы; 1-көлемі 200 см3 2- көлемі 500 см3



7-сурет. Ротациондық ВСН-3 вискозиметрі*:*
1-сауыт; 2-сыртқы цилиндр; 3-ішкі цилиндр; 4-қуыс стержен; 5-серіппе; 6-ұстатқыш; 7-шкалалы жеңіл диска; 8-көрсету стрелкасы; 9- тіреуіш; 10-редуктор; 11-вариатор; 12- электр қозғалтқыш

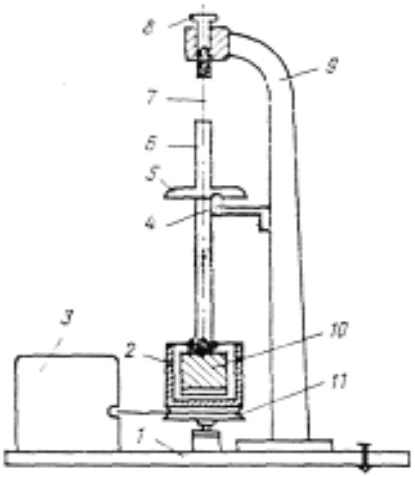
СНС-2 приборымен өлшенгенде (дПа).

$$\Theta = к_ф (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (11)$$

$$\Theta_1 = к \Delta \varphi_1 \quad \Theta_{10} = к \Delta \varphi_2 \quad (12)$$

φ_1 – ерітінді құрылымының бұзылу кезіндегі прибор шкаласының көрсетуі, град; φ_0 – прибор сауытына жуу сұйығын құяр алдындағы прибордың бастапқы көрсетуі, градус; $к_ф$ —прибор тұрақтылығы, Па/градус.

Жуу сұйықтарының тиксотропиялығына $\Theta_{10} - \Theta_1$ айырмасы бойынша баға беруге болады. Бұл айырма мәні жоғары болған сайын ерітінді тиксотропиялы деп саналады.

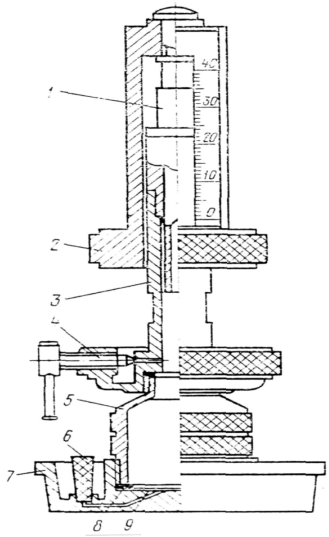


8- сурет. СНС-2 приборы:
1- плита; 2-сыртқы цилиндр;
3-электрқозғалтқыш; 4- кронштейн; 5- шкалалы диск;
6-металл түтік;7- серпінді сым; 8- илгіш; 9- таған;
10-ішкі цилиндр; 11- айналмалы стол

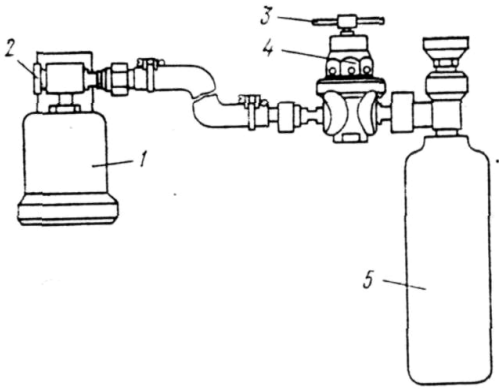
4. Жуу сұйықтарының сүзілу және қабықша құрау қасиеті. Кез келген жуу сұйығында дисперсиялық фазамен байланыспаған дисперсиялық орта (су) кездеседі. Мұндай жуу сұйықтары өткізгіш тау жыныстарында, олардағы саңылаулар мен кеуектерге еніп, ұңғы қабырғасында қабықша құрайды. Қабықша қалыңдаған сайын, оның өткізгіштігі төмендейді. Демек, бос дисперсиялық ортаның тау жыныстарына сүзіліп өту жылдамдығы да төмендейді. Жуу сұйығының сүзілімдік көрсеткіші арнайы сүзгі-прес (9-сурет) немесе ВМ-6 (8-сурет) приборларымен өлшенеді. ВМ-6 приборының табанының бетіне қойылған стандартты сүзгі қағаздан (9) 30 минут ішінде 0,1 МПа қысым әсерінен бөлініп өткен сүзінді көлемі сүзілу көрсеткішін $Ф_{30мин.}$ (ал су негізді жуу сұйықтары үшін су бергіштік көрсеткішін, $В_{30мин}$) сипаттайды. Сүзілімдік қабықшалар қалыңдығы және жабысқақтығымен сипатталады. Қалың бос қабықша ұңғы диаметрін тарылтып, бұрғылау аспаптарын көтеріп-түсіру жұмыстарында, ұңғы оқпанының тығындалып, бұрғылау аспаптарының тартылуына ықпал етеді. Ал жабысқақ, қалың қабықша бұрғылау аспабының қысылып, ұсталынып қалу жағдайларын туғызады. Қалыпты жағдайларда қабықша қалыңдығы 2-мм ден аспауы қажет. Қабықшаның құралу жылдамдығы мен қалыңдығы әр түрлі факторларға, оның ішінде жуу сұйығының сапасына байланысты. Жоғары дисперсиялы ерітінділер тығыз және жұқа қабыршақ құрайтыны белгілі. Олардан судың сүзіліп өтуі қиындайды. Ірі дисперсиялы сапасы төмен ерітінділер қалың бос қабықша құрайды. Мұндай ерітінділерде су бергіштік көрсеткіштері жоғары болады.

Ұңғы ішіндегі температураның өсуі су бергіштік көрсеткішті өсіріп, қабықшаны қалыңдатады (11-сурет).

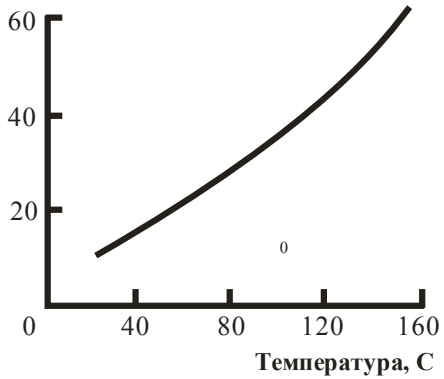
Ұңғы ішіндегі қысым өзгергенде, су бергіштік көрсеткіш те өзгереді. Су бергіштік көрсеткішінің өсуіне қарай механикалық бұрғылау жылдамдығы да көтеріледі, бірақ жоғарыда аталған шиеленіс жағдайлары су бергіштік көрсеткішін төмендетуді қажет етеді.



9- сурет ВМ-6 приборы:
1- плунжер; 2-салмақ; 3-қысым цилиндрі;
4-дросселді ысырма; 5-стақан; 6-тығын; 7-тұғырық;
8-резеңке төсем; 9-сүзгі қағаз;



10 - сурет. Сүзгі-прес:
1-стакан; 2-өткізгіш клапан;3-қысым реттеуіш винт;
4-редуктор; 5- газ толтырылған баллон



11-сурет. Саз балшық ерітінділерінің су бергіштік көрсеткішінің температураға тәуелділігі

5. Седиментациялық тұрақтылық. Бұрғылау ерітіндісінің седиментациялық тұрақтылығын төмендегі екі көрсеткіш бойынша бағалайды. Бір тәуліктегі тыныштық күйіндегі тұнуы және стандартты цилиндр (12-сурет) ішіндегі сұйық тығыздықтарының (жоғарғы және төменгі бөліктеріндегі) айырмасы бойынша.

Тәуліктік тұнба дисперстік ортаның (су) бір тәулік тыныштық күйінде көлемі 100 $см^3$ өлшем цилиндріне құйылған жуу сұйығынан бөлінген мөлшері.

$$S = 100 - V \qquad (13)$$

S - седиментация көрсеткіші, % ; 100 - өлшем цилиндрінің сыйымдылығы, $см^3$; V - бір тәулік тыныштықтан кейінгі бөліну деңгейі, $см^3$.

Стандартты цилиндрге (11-сурет) құйылған жуу сұйығының бір тәулік тыныштықтан кейінгі тығыздықтарының айырмасын тұрақтылық көрсеткіші деп атайды.

$$C = \rho_2 - \rho_1 \qquad (14)$$

ρ_1 -жуу сұйығының жоғарғы бөлігінің тығыздығы, $кг/м^3$;

ρ_2 -жуу сұйығының төменгі бөлігінің тығыздығы, $кг/м^3$.

Осы айырмасы 20 кг/м^3 аспайтын жеңілдетілген, 60 кг/м^3 аспайтын ауырлатылған жуу сұйықтары тұрақты деп есептелінеді.

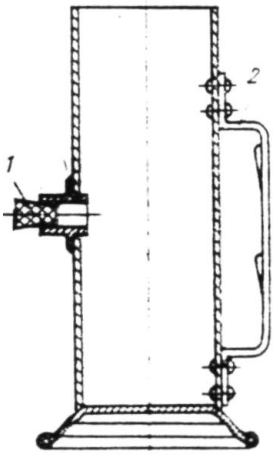
6. Құм мөлшері. Жуу сұйықтарының құрамында саз балшық түйіршіктерінен басқа, бұрғы аспаптарын қажап, тоздыруға әсер етуші түрпілі тау жыныстарының бөлшектері де кездеседі. Бұрғылау барысында мұндай бөлшектердің құрамын қадағалап, оларды жуу сұйығы құрамынан бөліп отыру қажат. Құм мөлшері П әрпімен белгіленіп % пен өлшенеді. Құм мөлшерінің өсуі бұрғылау және гидравликалық аспаптарды тоздырады. Қалыпты жағдайларда жуу сұйығының құрамындағы құм мөлшері 1-2 %-тен аспауы қажет.

Жуу сұйықтары құрамындағы құм мөлшерін ОМ-2 тұндырғыш (13-сурет) аспабымен анықтайды. Ол төменгі шетіне мензурка (4) орнатылған және көлемі 50 см^3 қақпағы (1) бар ыдыс (3) түрінде жасалған. Тұндырғыш ішіне қақпақпен өлшеп 50 см^3 жуу сұйығы құйылып, үстінен тұндырғыштың жоғарғы шетіндегі тесікке (2) жеткенше су құйылады. Қақпақпен тұндырғыш бетін жауып, тесікті саусақпен жауып, тұндырғыш ішіндегі су мен жуу сұйығын мұқият араластырады да, тұндырғышты тігінен бір минуттай тыныштықта ұстайды. Мензурка шкаласы бойынша шөгінді көлемі анықталады. Шөгінді көлемінің екі еселеніп алынған мәні жуу сұйығы құрамындағы құмның процеттік мөлшерін көрсетеді.

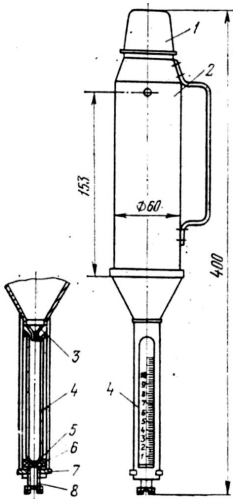
$$П = 2\ V\ ,\ \% \qquad (15)$$

V - шөгінді көлемі, мл; 2 - процентпен көрсету коэффициенті.

7. Сутектік көрсеткіш (pH). Екі рет тазартылған су электрлі бейтарап болып саналады. Ондағы сутегінің (H^+) оң иондары мен гидроксил тобының (OH^-) теріс иондары тең. Әрқайсысы 10^{-7} тең. Қышқылдық ортада Н концентрациясы 10^{-7} көп, сілтілік ортада 10^{-7} аз. Химияда сутегі иондары концентрациясының орнына сутектік көрсеткіш (pH) қолдану қабылданған. Сутектік көрсеткішті сутегі иондары концентрациясының теріс таңбамен алынған логарифимі деп түсінуге болады. Сонымен қышқылдық орталар үшін pH < 7, бейтарап орталар үшін pH = 7, сілтілік орталар үшін pH > 7.



12-сурет. Тұрақтылық цилиндрі*:*
1-тығын; 2- тұндырғыш тұтқасы



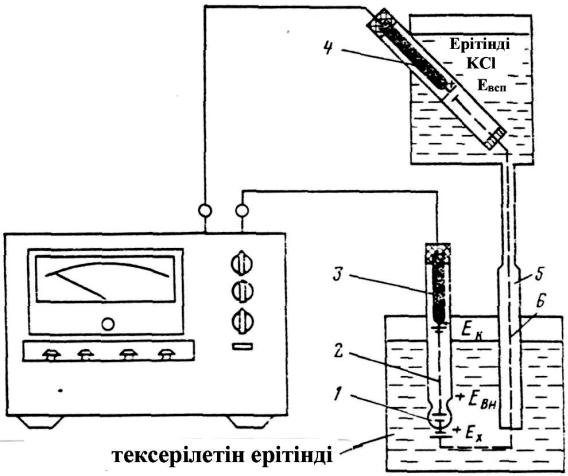
13-сурет. Тұндырғыш ОМ-2

Жуу сұйықтарындағы pH мәні өте зор, pH< 7 де болат құбырларда, ал pH>10 да алюминий құбырларда коррозия күшейеді. Химиялық реагенттермен өңделген кейбір жуу

сұйықтары pH-тың белгілі бір мәнінде ғана тұрақты, одан жоғарылағанда, реагент мөлшері күрт өседі. Кейбір жоғары молекулалы реагенттердің температураға тұрақтылығы оптимальді pH мәнінде көтеріледі. Кейбір жағдайларда pH өзгеруі шиеленіс жағдайларының болуымен байланысты. pH-ың өзгеруі бойынша хемоенді тау жыныстарын бұрғылағанды білуге болады.

Сутектік көрсеткішті коллориметрлік (индикаторлық қағаз) электрлік тәсілдер (pH -метр) бойынша анықтауға болады.

PH-метр (14-сурет) көмегімен сутектік көрсеткіш мәнін айтарлықтай дәлділікпен анықтауға болады. Ол ұшы арнайы шыныдан дайындалған қуыс шарикті (1) түтік электрод (2) түрінде жасалған. Электродты ерітіндіге батырған кезде шарик беті мен ерітінді арасында ион алмасу жүреді. Нәтижесінде шыны бетіндегі лити ионы сутек ионымен алмасып, шыны электрод сутектік электрод қасиетіне ие болады. Шыны беті мен ерітінді арасында потенциалдар айырмасы пайда болады. Өлшеу кезінде электр желісін құру үшін ішкі контакталық элетрод (3) және сыртқы контакталық электрод (4) қолданылады.

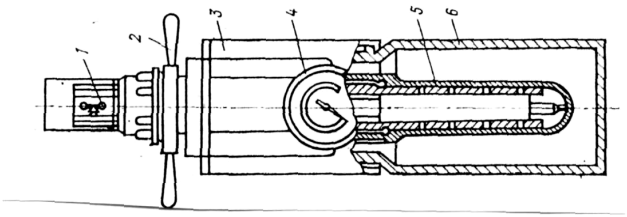


14-сурет. Ерітінді сутектік көрсеткішін өлшеу схемасы

РН мәнін өлшеу кезінде жоғары температура әсерінен қорғау үшін сыртқы электрод (4) тексерілетін ерітіндіден тысқары орналастырылады және оны хлорлы калий ерітіндісімен толтырылған шеті кеуек қалқанмен (6) аяқталған электр түтік (5) арқылы жалғастырады.

8. Газ мөлшері. Жуу сұйықтарында кейде ауа немесе табиғи газ қосылып кететін жағдайлар болады. Олар сығылымды болып кетеді. Жуу сұйықтарының сығылымдылық дәрежесі және ондағы газ көлемінің мөлшері ұңғы қабырғасына түсірілетін кері қысымды реттеуде, шиеленіс жағдайларын тойтаруда маңызды орын алады.

Жуу сұйықтары құрамындағы газ мөлшерін ВГ-1, ПГР-1 приборларының көмегімен анықтауға болады. ПГР-1 (15-сурет) приборы тұрықтан (3), бұрғылау сұйығын құятын сауыттан (6) тұрады. Маховикті (2) сағат тіліне кері айналдыру арқылы артық қысым түсіріледі, ол манометр (4) арқылы бақыланады; резеңке бөлгіш (5) артық қысым әсерінен ерітіндіні қысады. Газ мөлшері шкала (1) бойынша алынады. Прибор сауытына (6) толтырлып жуу сұйығы құйылады да, маховикті сағат тіліне кері бұрай отырып, прибор тұрқына жалғайды, манометр көрсетуін бақылай отырып, артық қысым 0,3 МПа жеткенде тоқтатады. Шкала бойынша газ мөлшерін анықтайды. Қысымды түсіріп, маховикті сағат тілі бағытымен бұрай отырып, кранды прибор тұрқынан босатады да, ерітіндіні төгеді.



15-сурет. Газ мөлшерін анықтаушы прибор

Жуу сұйықтарындағы газ мөлшерін жуу сұйығына су араластыру арқылы да анықтауға болады. Ол үшін өлшем цилиндріне 50 $см^3$ жуу сұйығын және 500 $см^3$ су құйып,

тығындап араластырады да, тығынды ашып, көбік жойылғанша тыныштықта қалдырады. Газ мөлшерін (%) төмендегі формула бойынша есептеледі.

$$V_г = 2 (250 - V_к) \qquad (16)$$

$V_к$ - сумен араластырылған ерітіндінің көбік жойылғаннан кейінгі көлемі, $см^3$.

9. Су негізді жуу сұйықтары

Су. Су мен саз балшықты емес бұрғыланылған тау жыныстары негізінде алынған табиғи суспензиялар жуу сұйығы ретінде карбонатты, гипс-ангидритті тау жыныстарын және еритін тұздарды бұрғылауда қолданылады. Саз ерітінділерінен судың ерекшелігі ұңғы қабырғасына сүзілу қабыршағын құрай алмайды және ұңғы ішінде бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерін бір орында ұстап тұру қабілеті жоқ. Тұтқырлығы кез келген жуу сұйығынікінен төмен. Тығыздығы да көптеген жуу сұйықтарынікінен едәуір төмендеу. Су жуу сұйықтарының ішіндегі ең арзаны, жақсы еріткіш, тау жыныстарының беріктігін төмендетеді және сіңеді. Осы ерекшеліктері оған өзінше артықшылық пен кемшіліктерге ие етіп, жуу сұйығы ретінде қолдану мүмкіндігін анықтайды.

Суды жуу сұйығы ретінде қабат қысымының аномальдық коэффициенті бірге жақын жағдайларда ғана қолдануға болады. Ал мұнайлы және газды қабаттарды ашуда қолдануға болмайды.

Суды жуу сұйығы ретінде төмендегі жағдайларда қолдануға болады.

1. Бұрғыланылатын тау жыныстары тұрақтылығы жоғары және жуу сұйығы ағынына шайылуға қарсылығы жоғары жағдайларда.
2. Ұңғы қабырғасы мен бұрғылау құбырлары тізбегі арасындағы кеңістікте жоғары ағын жылдамдығын қамтамасыз ете алатын қуаты жоғары бұрғы сораптары болған жағдайларда.
3. Техникалық сумен үздіксіз қамтамасыз ету мүмкіндігі болған жағдайларда.

Ұңғы қабырғасының тұрақтылығын анықтау үшін опырылып құлау коэффициенті енгізіледі.

$$К_{ок}= V_н/V_т \quad (17)$$

$V_н$ - ұңғы оқпанының нақтылы көлемі, $м^3$;

$V_т$ - ұңғы оқпанының теориялық көлемі, $м^3$.

Егер $1<К_{ок}<3$ болса, суды қолдануға болады, ал $К_{ок}>3$ болса, суды қолдану қауіпті шиеленістерге соқтыруы мүмкін.

Тұрақтандырылмаған саз балшық және бұрғыланылған тау жыныстарынан алынған суспензиялар өткізгіштігі төмен, тұрақты аралықтарды бұрғылауда қолданылады. Қолданылатын саз балшық ұнтағының түріне, бұрғыланылатын тау жыныстарының құрамына қарай бұл ерітінділер көрсеткіштері төмендегідей: тығыздығы 1050 - 1240 кг/$м^3$, тұтқырлығы 25 - 50 сек., сүзілу көрсеткіші мен статикалық ығысу кернеуі, pH регламенттелінбейді.

Гуматты ерітінділер. Бұл саз балшық ерітінділерін көмір сілтілік реагенттермен (КСР) тұрақтандырылған саз балшық ерітінділеріне жатады. Мұндай ерітінділер ісінетін және ыдырайтын тау жыныстары кездеспейтін тұрақты аралықтарда қолданылады. Шекті минералдылығы 3 % аспайды, бұл жағдайдағы жылуға төзімділігі 120 - 140°С.

Саз балшық коллоидтылығы мен судың қаттылығына байланысты 1 $м^3$ ерітінді дайындауға 50 -200 кг саз балшық, 30 - 50 кг құрғақ көмір сілтілік реагент, 3 - 5 кг сода, 905 - 955 л су қажет, ауырлатқыш қажетті тығыздыққа байланысты қосылады.

Лигносульфатты ерітінділер. Лигносульфатты ерітінділер, лигносульфатты реагенттермен (КССБ, ССБ) тұрақтандырылған саз балшық ерітінділері. Саз балшықты қабаттарды, гипс, ангидрит және карбонатты тау жыныстарын бұрғылауда қолданылады. Лигносульфонатты реагенттердің негізгі атқаратын міндеті ерітінді тұтқырлығын төмендету.

Ингибирленген саз балшық ерітінділері. Тұрақсыз саз балшықтарды, тез ісінетін және оңай бытырайтын саз балшық сланцтерін бұрғылауда қолданылады. Ингибирлеу деп нәтижесінде саз балшық бөлшектерінің дымқылдануы және бытырауы күрт төмендейтін химиялық өңдеу түрін айтады. Ингибирлеуші реагенттер ретінде хлорлы натрий, калий, кальций және күкіртті кальций қолданылады.

Егер бұрғыланатын аралықта құмдақ-саз балшықты және хемогенді тау жыныстары алмасып кездесетін болса, суспензия міндетті түрде тұзбен қанықтырылады. Мұндай суспензияларды дайындау үшін бентонит саз балшық ұнтағының орнына палыгорскит саз балшығы қолданылады.

Қатты фазасы тығыздалған (конденсацияланған) суспензиялар. Мұндай суспензиялар натрий, калий, магний, кальций тұздарының судағы ерітінділеріне күйдіргіш натр немесе күйдіргіш кальций және аздап крахмал, лигносульфонат, целлюлоза эфирлері сияқты органикалық реагенттер қосу арқылы алынады. Бұлардың ішінде ең кең қолданылатыны магний гидрогелі.

Бұл суспензиялардағы коллоидты фаза тұздар мен сілтілердің химиялық әрекеттесуі, яғни сұйық ерітіндіден кондесациялану жолымен пайда болады. Асбест кристалдандыру процесінде тиксотропиялы құрылым құрылуына ықпал етсе, органикалық реагенттер кристалдандыру процесін бәсеңдетеді.

Мұндай суспензияларды саз балшықты- хемогенді және хемогенді тау жыныстарын бұрғылауда қолданған орынды.

Бытырамайтын (диспергацияланбайтын) полимерлі сұйықтар. Мұндай сұйықтар негізін бір немесе екі жоғары молекулалы полимерлердің (акрилаттар, полисахариттер) судағы ерітінділерді құрайды. Полимерлер ерітіндінің су бергіштігін төмендету, кальцийлі саз балшық немесе басқада бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінің бытырауын тоқтату және ерітіндінің реалогиялық қасиеттерін жақсарту қызметін атқарады. Бытырамайтын полимерлі ерітінділер коллоидтылығы төмен саз балшықты және карбонатты тау жыныстарынан құралған тұрақты аралықтарды бұрғылауда қолданылады.

Полимерлі ерітінділер саз балшықсыз да болуы мүмкін, мұндай жағдайларда ерітінді суға полимер қосу арқылы алынады (гидролизделінген полиакриламид).

Мұнай эмульсиялы сұйықтар. Мұндай сұйықтарды су негізді жуу сұйықтарына 8 ден 15 % дейін көлемде мұнай немесе мұнай өнімдерін айналым жүйесіне бірнеше циклда қосу арқылы алады. Ең жақсы эмульсия тұрақтандырылған, яғни

өзара жабысудан қорғалған болып саналады. Ол үшін сұйықты су бергіштік және тұрақтылықты төмендетуші реагенттермен өңдеу жеткілікті. Минералдылығы жоғары суспензияларға қосымша беттік активті заттар- эмульгаторлар қосылады.

Жуу сұйықтарына мұнай қосқан жағдайда сүзілу қабыршықтарының жабысқақтығы, құбырлар тізбегінің ұңғы қабырғасына үйкеліс күштері төмендейді, әрі бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінің оралып жабысуы төмендейді, су бергіштік көрсеткіші едәуір өсіп, механикалақ бұрғылау жылдамдығы көтеріледі.

Магний гидрогель негізді ерітінділер. Ерітінді су және полимер реагентінен тұрады. Құрылым құрауыш, ингибрлеуші қоспа ретінде магний тұздары және сілтілік метал тотығы қолданылады. Магний тұздары мен сілтілік металдар тотығының әрекеттесу нәтижесінде магний гидрогелі құралады.

Магний гидрогелі терригенді тау жыныстарын бұрғылауда қолданылады. Ол саз балшық минералдарының тез дымқылдануына қарсы әсер етіп, ұңғы қабырғасының тұрақтылығын күшейтеді. Магний тұздарымен қанықтырылған ерітінділер бишофит, карналит сияқты тұзды тау жыныстарын бұрғылауда қолданылады.

Тұзды бұрғылау үшін тұзбен қанықтырылған ерітінді дайындайды. Жуу сұйығына ұңғы ішіне 1,5 - 2 % сілтілік металл тотығын қосады. Араластыру қарқыны температураға байланысты. Бір - екі сағаттан кейін ерітінді қоймалжың күйге айналады. Тұтқырлығы 30-40 сек., СНС -20-30 дПа-ға жеткеннен кейін гидрогельге сүзілу көрсеткішін төмендетуші реагент (КМЦ, крахмал, КССБ, ССБ) қосады.

1 $м^3$ ерітінді дайындау үшін 300-200 кг $MgCl_2$ ($Mg SO_4$), 15-20 кг NaOH, 20-25 кг КМЦ, 30-50 кг КССБ, 850-800 л. су қажет. Алынатын ерітінді қасиеттері төмендегідей: тығыздығы-1200-2000 кг/$м^3$, сүзілу көрсеткіші - 5-10 $см^3$/30 мин., $СНС_1$-6-30 дПа, $СНС_{10}$- 12-42 дПа, тұтқырлығы - 20-40 сек., pH= 7,5-8,5.

Табиғи ерітінділер. Табиғи ерітінділер деп қатты фазалары саз балшықты емес бұрғыланылған тау жыныстарынан тұратын жуу сұйықтарын айтады. Олардың қатарына саз балшықты тау жыныстарынан құралған ерітінділер жатпайды.

Бұрғыланатын ұңғы тілмесінде кездесетін тау жыныстарының түріне қарай табиғи ерітінділердің төмендегідей түрлерін атауға болады.

1. Карбонатты табиғи ерітінділер.
2. Сульфатты және сульфатты- галоидты табиғи ерітінділер.
3. Аргелитті табиғи ерітінділер.

Карбонатты тау жыныстары қатарына әктастар, доломиттерде жатады. Бұл тау жыныстары іс жүзінде ерімейтін болып саналады.

Сульфатты-галлоидты тау жыныстарын ангидриттер ($CaSO_4$), гипс ($CaSO_4\ 2H_2O$), галит ($NaCl_2$) құрайды.

Аргилиттер саз балшықты тау жыныстары қатарына жатқанмен дегидротация және кристалдану салдарынан саз балшықтарға тән қасиеттерінен айырылып қалады.

10. Көмірсутек негізді жуу сұйықтары

Көмірсутек негізді жуу сұйықтарының топталынуы

Өнімді қабаттардың коллекторлық қасиетін сақтау және тұрақтылығы төмен аралықтарда шиеленіс жағдайларын болдырмау мақсатымен соңғы жылдары мұнай негізді жуу сұйықтарының түрлері жасалып, кеңінен қолданылып жүр.

Бұл ерітінділер түріне дисперциялық ортасы мұнай өнімдері (шикі мұнай, дизельдік жанар май), дисперсиялық фазасы битум, органикалық саз балшықтар, толықтырғыштар (ауырлатқыш, бор, асбест және де басқа қатты дисперсті материалдар), сонымен қатар минералдылығы әр түрлі эмульгацияланған су құрайтын үш фазалы жүйелер жатады.

Мұнай негізді ерітінділер қатарына құрамына 5-15 % дейін су қатысатын мұнайлы ерітінділер, сонымен қатар су концентрациясы 90 % дейін жететін эмульсиялар да кіреді.

Мұнай негізді ерітінділер төрт топқа бөлінеді.

1. Әктасты - битумды (ӘБЕ).
2. Эмульсиялы әктасты - битумды ерітінді (ӘӘБЕ).
3. Жоғары концентрацияланған инвертті эмульсиялық ерітінді (ЖКИЭЕ).
4. Температураға төзімді инвертті эмульсиялық ерітінді (ЖТИЭЕ).

Мұнай негізді ерітінділер қабат өнімділігін төмендетпей, сулы ортада ісініп немесе ұлғайып, ұңғы оқпанының тұрақтылығын бұзатын аралықтарда бұрғылауды қамтамасыз етеді. Әрі майлау қабілеті де жоғары, бұрғылау аспаптарының қысылып ұсталынып қалу жағдайларын тойтарады. Бұл жүйелердің электр өткізгіштік қабілеті жоқ, аспаптарды коррозиядан сақтандырады.

Қату температурасының төмендігі мен қайнау температурасының жоғарылығы, олардың қолдану аймағын саз балшық ерітінділеріне қарағанда кеңейтеді.

Мұнай негізді ерітінділердің кемшілік жақтары:

- стандартты каротаж жұмыстарын жүргізе алмау;
- ерітіндімен түйісетін резеңке бөлшектерге кері әсері;
- құрылымдық-реалогиялық қасиеттерін реттеу қиындығы;
- су және басқа да ластаушы қоспалар қосылған жағдайлардағы ерітінді қасиеттерін реттеу қиындығы;
- ерітінділерді дайындау күрделілігі.

Мұнай негізді ерітінділердің компоненттік құрамы және олардың атқаратын міндеттері

Мұнай негізді ерітінділерді дайындауда төмендегідей материалдар тобы қолданылады**.**

1. Мұнай өнімдері - шикі мұнай (тұтқырлығы төмен) немесе дизельдік жанар май. Дизельдік жанар майды қолданған жағдайларда, жүйе сапасы жақсарады. Мұнай негізінің сапасына баға беруде тұтқырлық, оталу температурасы мен қатар ароматты көмірсутектерінің құрамдық көрсеткіші қолданылады. Анилиндік нүкте 60^{o} С төмен болуы қажет. Анилиндік нүкте өскен сайын ерітіндінің резеңке бөлшектерге әсері төмендейді.

2. Құрылым құрауыштар (гель құрауыштар). Құрылым құраушы материалдар ретінде мұнайдың шайыр- асфальттық негізіндегі коллоидты фаза, жоғары молекулалы органикалық қышқылдар сабындары, ұсақ дисперсті қатты активті толықтырғыштар (кальций гидрототығы, бор, асбест, саз балшық) және эмульсияланған су қолданылады.

Соңғы кездерге дейін мұнай негізді ерітінділерде негізгі құрылым құраушы тотықтандырылмаған битум болып келді.

Оның негізгі кемшілігі жоғары температурада балқып, жүйе тұрақтылығын жойып, ауырлатқыш материалдар шөгіп тұнбаға түседі. Ең жарамды тотықтандырылған битум, жұмсару температурасы 130-160^{o} С. Жүйелерде құрылым құрауыш ретінде оргонофильді саз балшықтар, ал шет елдерде оргонофильді асбест қолданылады. Битумды мұнай негізді ерітінділердің құрылым құрау қабілетін көтеруге кальций гидрототығы (әктас) және ауырлатқыш әсер етеді.

3. Эмульгаторлар - майлы, шәйірлі, нафтенді қышқылдардың кальцилі және натрилі сабындарының аниондық қоспалары, тұздар мен аминдердің жылуға төзімді туындылары. Бұл заттар судың эмульгациялануын қамтамасыз етіп, бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектері мен ауырлатқыштардың суда еруін тоқтатады, жүйенің тұрақтылығын өсір

Әктасты - битумды ерітінді

Бұл бұрғылау практикасында қолданылатын мұнай негізді ерітінділердің ең негізгі түрі. Компоненттік құрамы: 1) дизельдік жанармай; 2) активті кальций тотығының мөлшері 60 % сөндірілмеген әктас; 3) тотықтандырылған битум; 4) барит ауырлатқышы; 5) сульфонол НП-3; 6) су. Жүйені басқару үшін тотықтандырылғын петролатум (СМАД-1) - гидрофобизатор және эмульгатор, 8-12 % шайыр қатысатын мұнай - құрылымдық- реалогиялық қасиеттерін реттеуші қосылады.

Бастапқы ерітіндіні дайындау технологиясы төмендегідей. Дизельдік жанармайдың 2/3 көлеміне мұхият араластыра отырып, битумды, әктасты және суды қайнамайтындай етіп қосады; дизельдік жанармайдың қалған бөлігін қосып араластырады, ерітінді тығыздығына қарай ауырлатқыш барит, сульфонолдың жетіспейтін мөлшерін бірге қосады.

Әктасты - битумды ерітінді арнайы қолданылатын ерітінділер қатарына жатады. Ол тез ісінетін, опырылып құлауға бейімді тау жыныстары мен ерігіштігі жоғары тұзды қабаттарды сонымен қатар коллекторлық қасиеттері төмен қабаттарды бұрғылауда қолданылады.

Майлау қабілеті жоғары, температураға төзімі (200-220^{0} С). Ерітінді И.М.Губкин атындағы Москва мұнайхимия және газ өнеркәсіп институтында жасалған.

Жоғары концентрацияланған инвертті эмульсиялы ерітінді (ЖКИЭЕ)

Жоғары концентрацияланған инвертті эмульсиялы ерітінді Бүкілодақтық Бұрғылау техникасы ғылыми зерттеу институтында (ВНИИБТ) жасалған. Арнайы эмульгатор-эмультал арқылы алынған мұнай негізді жүйелер қатарына жатады. Температурасы 70^0С аспайтын ұңғыларда қолданылады. Бұл жағдайдағы оның қасиеттері тұрақты және төзімді.

1 $м^3$ ерітінді көлеміне шаққандағы құрамы (л.):

Дизельді жанармай немесе мұнай, л…….. 450
Магнии, кальций, натрий тұздарының
судағы ерітінділері, л…… 450
СМАД-1…… 30-40
Эмульгатор-эмультал…… 15-20
Бентонит, кг…… 10-15
Барит - қажетті тығыздық алғанға дейін.

Температураға төзімді инвертті - эмульсиялы ерітінді

Бұл ерітіндіні ВНИИБТ және Солтүстік Кавказ мұнай ғылыми жобалау институттары бірлесіп жасаған. Олегель сабындары, катионактивті беттік активті заттар (ПАВ), органогенді саз балшық негізді инвертті эмульсия. Қабат температурасы жоғары (200^0 С) ұңғыларды бұрғылауда қолданылады.

ЖУУ СҰЙЫҚТАРЫН ДАЙЫНДАУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР

11. Өндірісте шығырылатын саз балшық ұнтақтары

Жуу сұйықтарын дайындауда және қасиеттерін реттеуде қолданылатын саз балшықтар мен саз балшық ұнтақтары әр түрлі саз балшық минералдарынан (монтмориллонит, гидрослюда, палыгорскит, коалинит) тұрады. Монтмориллонит құрамына жақын кен орындары да кездеседі. Монтмориллонит қатарына аскангель, саригюх, черкасск бентониттері және палыгорскит жатады.

Барлық саз балшықтар коллоидтық қасиеттері бойынша үш топқа бөлінеді.

1. Коллоидтылығы жоғары бентонит саз балшықтары: саригюхский (1-сорт), черкасский (1-сорт) бентониттері. Бұл саз балшықтар 3-4 %-тің өзінде жақсы құрылым құрай алады (10 $м^3$/т).

2. Коллоидтылығы орташа саз балшықтар: огланянский, черкасский (2-сорт), саригюхский (2,3-сорт) бентониттері (10-4 $м^3$/т).

3. Коллоидтылығы төмен (Дружковск, Курганск, Нефтеабадск, Биклчянск) саз балшықтары (4 $м^3$/т төмен). Суспензиядағы қатты фазалар мөлшері жоғары (14-22 %).

Бұрғылау ерітінділерін тез дайындалу мақсатымен саз балшықтарды ұнтақ түрінде қолданады.

Саз балшық ұнтақтары кептіріліп, ұнтақталып дайындалған табиғи (немесе химиялық реагенттер қосылған) саз балшық. Бұрғылау ерітінділерін дайындау үшін бентонитті, палыгорскитті және гидрослюдалы саз балшық түрлері қолданылады.

Саз балшық ұнтақтарын дайындау барысында, оларға химиялық реагенттер қосу арқылы, олардың сапаларын көтеру мүмкін. Ең сапалы бентонит ұнтағын кальцийленген сода және акрил полимерін (метас, М-14) қосу арқылы алуға болады.

Ұңғыларды бұрғылауда қолданылатын саз балшық ұнтақтары қойылатын техникалық талап, бақылау тәсілдері, қабылдау, тасымалдау, сақтау ережелері техникалық шарт ТУ-39-043-74 бойынша анықталады. Бұл техникалық шарт бойынша саз балшық ұнтағының сапасын анықтаушы көрсеткіш ретінде ерітінді шығу көрсеткіші ($м^3$/т) алынады.

$$В = \frac{0,63}{(\rho_{ер} - 1000)} \qquad (18)$$

$\rho_{ер}$ - алынатын ерітінді тығыздығы, кг/$м^3$.

Бентонитті саз балшық ұнтақтары тұщы бұрғылау ерітінділерін дайындауда қолданылады. Оны қосқан кезде ерітінді тұтқырлығы мен беріктігі өседі, сонымен қатар сүзілу және қабыршақ құрау көрсеткіштері төмендейді.

12. Саз балшық ерітінділерін дайындаудағы есептеулер

Белгілі бір көлемдегі ($м^3$) ерітінді дайындауға қажетті саз ұнтағының көлемі ($т/м^3$).

$$V_{сҰ}=\frac{\rho_{су}(\rho_{сер}-\rho_{с})}{(\rho_{су}-\rho_{сер})(100-n_{в})} \qquad (19)$$

$\rho_{су}$ – саз ұнтағының тығыздығы, $кг/м^3$;

$\rho_{сер}$ – саз ерітіндісінің тығыздығы, $кг/м^3$;

$\rho_{с}$ – судың тығыздығы, $кг/м^3$;

$n_в$– саз ұнтағының дымқылдығы, %.

Ұңғыны бұрғылау барысындағы бұрғыланылған тау жыныстарынан алынатын саз балшық ерітінділерінің көлемі.

Саз балшықты аралықтар көлемі ($м^3$).

$$Vcep = 0{,}785\ (\ d_1h_1 + d_2h_2 + \ldots. + d_nh_n\ ) \qquad (20)$$

d_1, d_2, d_n - саз балшықты тау жыныстары кездесетін аралықтардағы қашау диаметрі, м;

h_1, h_2, hn - саз балшықты тау жыныстары кездесетін аралықтар, м.

Бұрғылануға тиісті таза саз балшық салмағы (т).

$$Q_{сб}= (100 - n_п)\ \rho_{сб}\ Vcep \qquad (21)$$

$n_п$- құм мөлшері, %;

$\rho_{сб}$ - саз балшық тығыздығы, $кг/м^3$;

$V_{сбе}$- саз балшықты аралық көлемі.

Саз балшықты аралықтарды бұрғылау барысында алынатын ерітінді көлемі.

$$Vcep = \frac{\rho_{сб}-\rho_{сер}}{\rho_{сб}(\rho_{сер}-\rho_{с})} \qquad (22)$$

Саз балшық ерітіндісін дайындауға қажетті су көлемі ($м^3$).

$$V_c = Vcep\frac{(\rho_{сб} - \rho_{сер})}{(\rho_{сб} - \rho_c)} \qquad (23)$$

13. Ауырлатқыштар

Ең кең тараған саз балшықтардан дайындалған ерітінділер тығыздығы 1050 - 1250 кг/$м^3$- тан аспайды. Ал жоғары сапалы бентониттерді қолданған жағдайларда тығыздығы 1050 - 1080 кг/$м^3$. Кейбір саз балшық түрлері (нефтеабадск, Лепрозорск) тығыздығы 1400-1450 кг/$м^3$ дейін жететін ерітінділер алуға мүмкіндік береді. Қалған жағдайларда тығыздығы жоғары бұрғылау ерітінділері қажет болған жағдайларда, инвертті ұнтақ материалдар қолданылады. Мұндай ұнтақ метериалдар ауырлатқыштар деп аталады, ал жуу сұйықтарының тығыздығын көтеру ауырлату деп аталады.

Ауырлатқыш материалдар ретінде барит гематит, магнетит, темір концентраттары, әктас және бор қолданылады.

Барит ($Ba\ SO_4$)- ақ түсті минерал, таза күйіндегі тығыздығы 4480 кг/$м^3$. Маос шкаласы бойынша қаттылығы 3-3,5. Барит жуу сұйы *8-сурет. СНС-2 приборы*қтарын ауырлатуда кеңінен қолданылады. Бұрғылау саласында түсті металдарды байыту фабрикаларының баритті концентраттары көбірек қолданылады.

Карбонатты ауырлатқыштардан мергель, әк тас доломит, сидерит қолданылады.

Мергель- кальцит және саз балшық минералдарынан тұратын шөгінді тау жынысы. Тығыздығы 2650кг/$м^3$, онша жиі қолданылмайды.

Әктас - кальцит пен кремнеземнан тұратын шөгінді тау жынысы, тығыздығы 2700 кг/$м^3$.

Доломит ($CaMg(CO_3)$)- минерал, тығыздығы 2800-2900 кг/$м^3$, қолдану аймағы шектелген.

Сидерит (темір кабонаты) $FeCO_3$ - минерал, тығыздығы 3800-3900 кг/$м^3$.

Карбонаттар қышқылдық ортада еритін болғандықтан, өнімді қабаттарды бұрғылау кезінде жуу сұйықтарын ауырлату үшін қоданылады.

Темір ауырлатқыштардан Гематит, магнетит, ильментит қолданылады.

Гематит (Fe_2O_3) - темір рудасының ең басты минералдарының бірі. Таза күйіндегі тығыздығы 5300 кг/м^3, Маос шкаласы бойынша қаттылығы 5-6.

Магнетит ($Fe_2.Fe_2O_3$) – түсі қара, темір рудасының минералы, тығыздығы 4900-5200 кг/м^3, магниттік қасиеті өте жоғары.

Ильментит $FeO.TiO_2$ - темірдің қос тотығы мен титаннан тұрады, тығыздығы 4900 кг/м^3, Ауырлатқыш ретінде төтенше жағдайларда ғана қолданылады.

Ауырлатқыштар тығыздығы, яғни ауырлату қабілеті бойынша үш топқа бөлінеді: 1) тығыздығы 3500 кг/м^3 дейінгі; 2) тығыздығы 3500-5300 кг/м^3 дейінгі ауырлатқыштар. Бұл ауырлатқыш материалдардың негізгі тобы; 3) тығыздығы 5300 кг/м^3-тан жоғары ауырлатқыштар. Бұлар төтенше жағдайларда ғана қолданылады.

Ауырлатқыш материалдар тығыздығы, ұнтақталу мөлшері түрпілілік, химиялық құрамы, ауырлату қабілеті сияқты көрсеткіштермен сипатталады.

Ауырлатқыш концентрациясы төмендегідей анықталады.

$$C_a = \frac{\rho_a(\rho_{aep} - \rho_{ep})}{(\rho_a - \rho_{ep})} \qquad (24)$$

ρ_a - ауырлатқыш тығыздығы, кг/м^3;

ρ_{ep} - ауырлатылмаған бұрғылау ерітіндісінің тығыздығы, кг/м^3;

ρ_{aep} - ауырлатылған бұрғылау ерітіндісінің тығыздығы, кг/м^3.

Ауырлатқыш дымқылдығын ескергендегі шығын мөлшері.

$$C_a = \frac{\rho_a(\rho_{aep} - \rho_{ep})}{(\rho_a - \rho_{ep})(1 - n_в + n_в\rho_a)} \qquad (25)$$

$n_в$- ауырлатқыш дымқылдығы.

$$n_в = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \quad (26)$$

P_2- құрғатылған ауырлатқыш салмағы, г;
P_1- дымқыл ауырлатқыш салмағы, г.

ГАЗДАР МЕН ГАЗ ТӘРІЗДЕС АГЕНТТЕР

14. Ұңғы түбін ауа немесе газбен тазарту арқылы бұрғылау

Бүкіл әлемдік бұрғылау практикасында ұңғы түбін ауа немесе газбен тазартып бұрғылау кеңінен қолданылады.

Бұрғылау аралықтарында газ немесе мұнайлы қабаттар кездеспейтін, онша терең емес ұңғыларда айналым агенті ретінде жер үстінде орналасқан компрессорлар арқылы берілетін ауа намесе аэрацияланған бұрғылау ерітіндісі қолданылады. Егер бұрғылау барысында мұнайлы немесе газды қабаттар кездесетін болса, ауа қолдануға болмайды. Мұндай жағдайларда айналым агенті ретінде табиғи газ бен мұнай буына қосылып жарылмайтын немесе тез тұтанбайтын кез келген газ немесе аэрацияланған бұрғылау ерітінділері қолданылады.

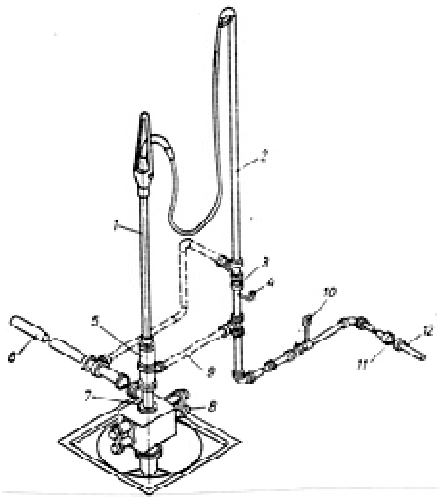
Ұңғы түбін ауа немесе газбен тазартып бұрғылау барысында механикалық бұрғылау жылдамдығы мен қашау өтімділігі жоғарылайды. Бұған тау жыныстарының дымқылданбай талқандалуы, қашаудың жақсы салқындауы, ұңғы түбінің бұрғыланылған тау жыныстарынан қарқынды тазартылуы және ұңғы түбіне түсірілетін гидростатикалық қысымның болмауы ықпал етеді.

Егер жұтылуға бейімді аралықтарды бұрғылау ерітінділері қолданып бұрғылау барысында, жуу сұйықтары жұтылып, кейде апат жағдайларын туғызса, ауа немесе газ қолданған жағдайларда мұндай жерлер шиеленіссіз бұрғыланылады.

Ұңғы түбін ауа немесе газбен тазартып бұрғылаудың тағы бір артықшылығы, өнімді қабаттардың мұнай немесе газ бергіштігі артып, бұрғылау құны едәуір төмендейтіндігінде.

Ұңғыларды ауа немесе газбен бұрғылау әр уақытта да мүмкін бола бермейді. Ең тиімді қолданылу аймағы сусып құламайтын тау жыныстарынан құралған құрғақ аралықтар, сонымен қатар, коллекторлық қасиеттері нашар өнімді қабаттар, көпжылдық қатқан тау жыныстары.

Ұңғыларды ауа немесе газбен тазартып бұрғылау кезінде бұрғыланылған шламның басым бөлігі ұңғы түбінен шаң түрінде көтеріледі, осыған байланысты ұңғы сағасын саңылаусыздандыру қажет болады (16-сурет).



16-сурет. Ұңғы түбін ауа немесе газбен тазартып бұрғылау кезіндегі ұңғы сағасын байланыстыру:
1-жетек құбыр; 2- тіке баған; 3- тіке баған ысырмасы; 4-манометр; 5- айналмалы пакер; 6- шығару жолы; 7- үш тармақ; 8- превенторлар; 9- кері айналым жолы; 10- газ есептеуіш; 11- негізгі ысырма; 12- газ келетін жол

Жұмыс істеп тұрған ұңғыдағы немесе маистральді газ құбырларындағы табиғи газдарды қолданған жағдайларда, бұрғы қондырғысы айдау жолына газ шығынын реттеуші клапан қойылады.

Егер бұрғылау барысында кері жуу қажет болса, 3-ысырма жабылады да, ауа немесе газ кері айналым жолы (9) арқылы

құбыр сыртындағы кеңістікке түседі (16-сурет). Ұңғы түбін тазартушы агент бұрғыланылған тау жыныстарымен бірге бұрғы құбырларының іші арқылы жетек құбырға (1), вертлюг, қысым шлангасы, тіке баған (2) арқылы шығару жолына бағытталады.

15. Аэрацияланған жуу сұйықтары және көбік

Аэрацияланған жуу сұйықтарын бұрғылау барысында, жуу сұйығына компрессорлар арқылы ауа қосып алуға болады. Ол үшін компрессор, шығын өлшеуіш, кері клапан, қоспалауыш арқылы бұрғы сорабы айдау жолына қосылады. Компрессордың жұмыстық қысымы, оның өнімділігі белгілі бұрғылау жағдайына және қабылданған аэрациялау дәрежесі бойынша анықталады. Аэрациялау дәрежесі деп айдалатын ауа көлемінің бұрғылау ерітіндісі көлеміне қатынасын айтуға болады.

Аэрацияланған жуу сұйығының ұңғы қабырғасына түсіретін қысымы, сұйықтың ағу режимі мен ағу жылдамдығына, сонымен қатар аэрациялау дәрежесіне байланысты болады. Ағу жылдамдығы өскен сайын, ол жоғарылайды, аэрациялау дәрежесі өскен сайын төмендейді. Аэрациялау дәрежесі өскен сайын ерітінді тығыздығы төмендейді, ал тұтқырлығы өседі, қалған қасиеттері онша өзгермейді.

Көтерілетін жуу сұйығы ағынындағы ауа көбіршіктер тығыздығының төмендігіне байланысты, сұйық ортада жуу сұйығына қарағанда жылдам көтеріледі. Сұйық айналымы тоқтаған кезде, ауаның көбі аэрацияланған сұйық құрамынан бөлініп кетеді. Осы ауа көбіршіктерінің көтерілу жылдамдығын бәсеңдету үшін, аэрацияланған сұйыққа көбік құраушы беттік активті заттар қосуға болады. Бұл беттік активті заттар өте ұсақ ауа глобулаларының құралуына ықпал етеді де, сұйықты көбікке айналдырады. Беттік активті заттар "Ауа - сұйық орта" бетінде адсорбцияланып, глобулалардың үлкен көбікшелерге қосылуына кедергі жасап, көбіктің тұрақтылығын өсіреді.

Тұщы және минералды суда ең тиімді беттік активті зат сулфонол және оның оксиэтилен, полифенолмен қоспасы. Оларды саз балшықты және саз балшықсыз тау жыныстарында да қолдануға болады.

Тұрақты көбіктің тиксотропиялық қасиеті жоғары. Көбікті қолданған жағдайларда, бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінің көтерілуі жақсарып, өнімді қабаттардың ластануы төмендейді.

Аэрацияланған жуу сұйықтары мен көбік қолданған жағдайларда, бұрғылау аспаптарының коррозиясы өседі. Оны тоқтату үшін ингибиторлар қосылады немесе ұңғы ішіндегі ортаның сутектік көрсеткішін кальций гидрототығын қосу арқылы 10- нан төмендетпей ұстау қажет.

Ұңғы сағасы міндетті түрде жоғары қысымдық және айналмалы превенторлармен жабдықталады.

ХИМИЯЛЫҚ РЕАГЕНТТЕР

16. Жуу сұйықтарының қасиеттерін реттеу

Ұңғыларды бұрғылау барысында жуу сұйығына бұрғыланылған тау жыныстарының бөлшектерімен бірге суда еритін бөлшектер, сонымен қатар минеральданған немесе тұщы қабат сулары қосылады. Бұлар жуу сұйығының су бергіштік қасиетін және тұтқырлығын, статикалық ығысу кернеуін өсіріп, ерітіндіні бұзады. Кейде бұрғылау ерітінділері коллоидтық бөлшектері электрлік зарядтарынан толық айырылып, ірі бөлшектерге айналып, жабысып қалады.

Жуу сұйықтарын тұздардың коагуляциялық әсерінен қорғау үшін арнайы химиялық заттар қосады. Сонымен қатар химиялық өңдеу саз ұнтақтарының гидрофильділігін жоғарылату, суда тез еруін жеңілдету үшін қолданылады.

Тау жыныстарының геологиялық тілмеде алма кезек ауысып отыруы жуу сұйықтарының кейбір функцияларын өзгертеді. Сондықтан, егер ерітіндіні алмастыру қажет болмаса, оның қасиеттерін бұрғылау барысында белгілі аралықтарда реттеп отырады.

Сонымен жуу сұйықтары қасиеттерін реттеу төмендегідей жағдайларда қажет: 1) дайындау кезінде - көрсеткіштері белгілі ерітінді алу үшін; 2) бұрғылау барысында - жуу сұйығының қажетті функциясын ұстау үшін; 3) бұрғылау барысында - геологиялық жағдайға қатысты жуу сұйығы көрсеткіштерін өзгерту үшін.

Жуу сұйықтарының қасиеттерін химиялық өңдеу, физикалық (су қосу, концентрациялау, диспергация, ауырлату, толықтырғыштар қосу), физика - химиялық тәсілдер арқылы реттеуге болады.

17. Жуу сұйықтарын химиялық өңдеу

Жуу сұйықтарын химиялық өңдеу мәні олардың қасиеттеріне химиялық реагенттер қосу арқылы әсер ету.

Жуу сұйықтарының құрылымдық-механикалық және сүзілімдік қасиеттері дисперциялық ортадағы коагуляциялық процестер түріне байланысты. Пептизация мен араластыру коагуляцияны төмендетуге; тұрақтандыру мен коллоидтық қорғау - коагуляцияны тойтаруға; ингибирлеу-коагуляцияны реттеу және бәсеңдетуге; тұз қосу және қатты фаза концентрациясын өсіру-коагуляцияны күшейтуге бағытталған.

Жуу сұйықтарына химиялық реагенттер қосқан кезде жүйе тепе-теңдігі қатты фаза байланысының өсу немесе азаю жағына қарай ауысады да, гидрофильділік, дисперстік өзгереді.

Жуу сұйығының қабат сулары мен тау жыныстары бөлшектерімен араласуы температура және атмосфералық жағдайлар жүйедегі тепе-теңдікті бұзады. Бұл жуу сұйығы технологиялық параметрлерін өзгертіп, химиялық реагенттермен қайта өңдеу мүмкіндігін тудырады. Ауытқу түріне қарай реагент түрі, оның құрамы, концентрациясы және қосу реті таңдалынып алынады.

Жуу сұйықтары бірінші және екінші қайтара өңделеді. Бірінші өңдеу жуу сұйықтарын дайындау немесе бұрғылау жағдайларына байланысты ұңғы ішіндегі жуу сұйығының қасиеттерін өзгерту қажет болған жағдайларда іске асырылады. Ол үшін жуу сұйығының айналым процесінде алдын ала дайындалған реагентті науа жүйесіне екі-үш айналым циклына жететіндей етіп бірқалыпты қосады.

Жуу сұйықтарын қайтара өңдеу бірінші өңдеу барысында алынған ерітіндінің қасиеттерін ұстап тұру мақсатымен жүргізіледі. Бұрғылау барысында жуу сұйығы қасиеттерінің өзгеруіне байланысты бінеше қайтара өңдеп отыруға тура келеді.

18. Химиялық реагенттердің топталынуы

Қазіргі кезде химиялық реагенттерді әр түрлі топтау түрлері қолданылады. Оларды көбінесе қолданылуы, химиялық құрамы, еруі, тұзға және температураға төзімділігі бойынша топтайды.

Химиялық реагенттерді топтау күрделілігі, олардың әр түрлі ортада және жағдайлардағы қасиеттерінің біржақты еместігінде. Кейбір реагенттердің әсері саз балшық түріне, тұздану дәрежесіне, құрамы мен температураға байланысты. Мысалы, тұщы ерітінділерде құрылым құрауыш реагенттер минералды орталарда сұйылтқыш немесе сүзілу көрсеткішін жоғарылатуы мүмкін. Көптеген реагенттер әр түрлі қасиеттерге ие бола алады. Мысалы, сүзілу көрсеткішін төмендетуші реагенттер, жуу сұйықтарын сұйылта да алады. Әрі сүзілу көрсеткішін төмендетуші реагенттер ішінде жуу сұйығын қоюлататындары да кездеседі. Кез келген реагенттің тиімді әсер етуі оның көлемдік мөлшеріне байланысты.

Сонымен химиялық реагенттерді құрамы мен атқаратын қызметтеріне қарай екі топқа бөлуге болады (17-сурет).

Атқаратын қызметтеріне қарай химиялық реагенттер мен материалдарды жалпы қолданылатын және арнайы қолданылатын деп екіге бөлуге болады.

Жалпы қолданылатын реагенттер негізгі (базалық) ерітінділер дайындауда, оның реалогиялық, сүзілімдік қасиеттерін реттеуде қолданылады. Оларға функционалдық қызметі әр түрлі реагенттер жатады.

1. Сутектік көрсеткіш реттеуші реагенттер - каустикалық сода (NaOH), әктас $Ca(OH)_2$, сілтілік (натрий карбонаты), қышқыл (натрий бикарбонаты) тұздары.

2. Құрылым құраушы коллоидтар - ерітіндіге тиксотропиялық қасиет беруші материалдар. Олар органикалық емес коллоидтар- саз балшықтар (бентонит, палыорскит, асбест), ал мұнай негізді ерітінділер үшін органикалық саз балшықтар мен битумдар.

3. Сүзілу көрсеткішін төмендеткіштер - ерітінділердің өткізгіш қабаттардан сүзіліп өту барысында дисперстік фазаның бөлінуін төмендетуші химиялық реагенттер мен материалдар.

Сүзілу көрсеткішін төмендеткіштер ретінде органикалық және органикалық емес реагенттер қолданылады. Олар: а) гуматты реагенттер- көмір сілтілі реагент (КСР), торф сілтілі реагент (ТСР); б) лигносульфонаттар – конденсацияланған сульфитті спирті барда (КССБ), сульфитті спирті барда (ССБ); в) полисахариттер - крахмал, декстрин, целлюлоза, целлюлоза эфирлері карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), оксиэтиленцеллюлоза (ОЭЦ), г) акрил полимерлері - гидролизделінген полиакрилнгитрил (гипан, К-4), полиакриламид (РС-2), метакриламид және метакрил қышқылдарының сополимерлері (метас), метилметакриламид және метакрил қышқылдары (М-14).

4. Сұйылтқыштар - ерітінді құрылымы беріктігін, тиксотропиясын төмендетуші және жылжымалылығын жоғарылатушы химиялық реагенттер. Сұйылтқыштар ретінде жаратылысы органикалық және органикалық емес реагенттер қолданылады. Олар құрылымы бойынша төмендегідей топтарға бөлінеді: а) органикалық реагенттер - гуматтар (КСР, ТСР), лигнин туындылары- нитролигнин, лигносульфонаттар мен олардың туындылары (кальций лигносульфонаты, феррохром лигносульфонаты ФХЛС), хромлигносульфонат - оксил, КССБ, орманхимиялық полифенол ФХЛС; б) органикалық емес реагенттер - хром фосфатары- натрийгексаметафосфаты ($NaPO_3$), тринатрийфосфат - Na_3PO_3, натрийтриполифосфаты- Na_5PO_{10}.

5. Арнайы қолданылатын реагенттер мен материалдар ерітінділерге арнайы қасиеттер (майлау, ингибрлеу, бытырату) беру немесе олардағы кейбір кемшіліктерді жою және жалпы қолданылатын реагенттердің тиімділігін жоғарылату қызметін атқарады.

Оларға жататындар:

1. Саз балшықтар мен сланцтер ингибиторлары - саз балшықты тау жыныстарындағы гидратация, бөрту, дезинтеграцияны тоқтатушы реагенттер. Олар: органикалық емес электролиттер- әктас, хлорлы кальций, гипс, натрий, калий хлор тұздары, натрий силикаты. Бұл қоспалар жоғары молекулалы полимерлермен (КМЦ, акрил полимерлері) өте жақсы әсер етеді.

2. Температура тұрақтандырғыш қоспалар- бұрғылау ерітінділерінің қоюлануын тоқтатушы, жылжымалылығын өсіруші және сұйылтқыштардың жоғары температурада әсер етуін жақсартушы реагенттер. Мұндай реагенттер ретінде хромның аниондық қоспалары (хромат, бихромат), натрий, калий хром қоспалары (Na_2CrO_4,K_2CrO_4) қолданылады.

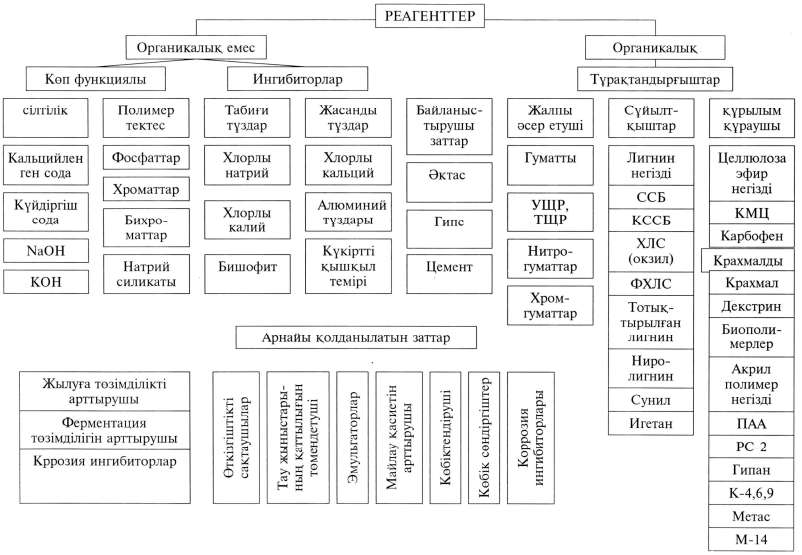
3. Майлауыш қоспалар - бұрғылау аспаптарындағы үйкелу коэффициентін төмендетеді және бұрғылау ерітінділерінің майлау қасиетін жоғарылатады. Ол үшін мұнай, графит және тотықтандырылған петролатум СМАД-1, өсімдік майларын өңдеуде алынатын гудрон қолданылады.

4. Беттік активті заттар (БАЗ) - сұйық-сұйық, сұйық- газ, сұйық-қатты дене фазалық бөліну шегіндегі беттік тартылу күштерін төмендетуші заттар. Оларды өнімді қабаттарды сапалы ашу мақсатында қолданады. Оларға суда ерігіш иондық БАЗ - сульфонол, ионогенді емес ОП-10, УФЭ-8 реагенттері жатады.

5. Эмульгаторлар - араласпайтын екі сұйықтан біртекті қоспа құрау қызметін атқарады. Эмульгаторлардың негізгі қолданылатын жерлері, эмульсиялық ерітінділер. КСР, КССБ, М-14, саз балшық фазалары тура эмульсияларда жақсы эмульгаторлар болып саналады. Сонымен қатар БАЗ сульфонол, ОП-10 реагенттері де эмульгатор.

6. Көбік сөндіргіштер - КССБ, СБД, нитролигнин, оксил, ФХЛС сияқты кейбір ерітінділерді көбіктендіретін реагенттерден болатын көбіктерді жою және болдырмау мақсатында қолданылады. Олар сивуха (тазартылмаған) майы, соапсток, кальцийлі мылонафт, синтетикалық майлы спирттер, дизельдік жанармайдағы резеңке немесе полиэтилен үгінділері.

7. Антисептиктер (бактерицидтер)-реагенттердің ферментативті ыдырауын тоқтату үшін қолданылатын қоспалар. Ол үшін жаратылысы органикалық емес (каустикалық сода, әктас, натрий хлор тұздары) және органикалық (формальдегид, фенол, параформальдегид) қолданылады.



17-сурет. Химиялық реагенттердің топталынуы

8. Кальций, магний иондарын байланыстырушы реагенттер - бұрғылау ерітінділерін поливалентті катиондармен бірлеспейтін реагенттермен өңдеу кезіндегі, ангидрит, гипс, магний және басқа да тұздармен ылыстанудан сақтандырады. Мұндай реагенттер ретінде поливалентті катиондармен еритін немесе нашар еритін қоспалар құрайтын органикалық емес тұздар, негіздер қолданылады (кальцийленген сода, натрий карбонаты, натрий бикарбонаты, полифосфаттар мен каустикалық сода).

8. Коррозия ингибиторлары - бұрғылау аспаптарының коррозиядан сақтандырушы немесе бәсеңдетуші заттар. Ол үшін органикалық реагенттер: негіздер (әктас), каустикалық сода немесе тұздар (натрий сульфаты, цинк карбонаты, ал тұздардан қанықтырылған ерітінділерден натрий хроматы) қолданылады.

9. Көбік құрауыштар-суда көбік құраушы БАЗ. Көбік құрауыштар ретінде майы қышқылдар (пальмативтік, стеариндік) және олардың сілтілік тұздары қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар сульфонол және басқа да БАЗ қолданылады.

10. Күкіртті сутегін (H_2S) байланыстырушы реагенттер-

цинк карбонаты $ZnCO_3$, темір ауырлатқыштар, сілтілік қоспалар (каустикалық сода), хлорлы темір ($FeCl_2$), темір суригі (ЖС-7), магнетит (FeO_4), ВНИИБТ (витамин өндірісінің қалдықтары) сияқты реагенттер.

11. Флокулянттар- қатты бөлшектердің ыдырап тұнбаға түсуіне әсер етуші полимерлік заттар. Флокулянттар ретінде полиакриламид, метас, М-14 және басқа да реагенттер қолданылады.

12. Тампонаждық материалдар- бұрғылау ерітінділерінің өткізгіштігі жоғары, жарықшақ, кеуекті қабаттарға жұтылуын тоқтату үшін қолданылады. Ол үшін әр түрлі материалдар (ағаш үгінділері, күнбағыс қауыздары, ұсақталған ағаш қабықтары синтетикалық және жануарлар талшықтары), карбонатты слюда, целлофан, түйіршек материалдар (жаңғақ қауыздары, резеңке үгінділері, асфальт т.б) қолданылады.

19. Органикалық емес реагент- электролиттер

Реагент-электролиттер көп функционалдық және ингибиторларға бөлінеді. Көп функционалдық реагенттерге сілтілік реагенттер мен органикалық емес заттар жатады.

Ингибиторлар дисперциялық жүйелерді коагуляциялаушы болып саналады. Ингибиторлар ерітінді тұтқырлығын, статикалық ығысу кернеуін жоғарылатады, бұл кезде сүзілу көрсеткіші де өседі. Олар басқа реагенттермен бірге қолданылады. Ингибиторларға табиғи тұздар, жасанды тұздар және басқа да байланыстырғыш заттар жатады

Сілтілік реагенттер кальцийленген сода Ca_2CO_3, күйдіргіш сода (күйдіргіш натр) NaOH, пептизатор, коагулянттар, сутек көрсеткішін реттеуіш ретінде қолданылады.

Кальцийленген сода ең жиі қолданылатын реагенттердің бірі. Ол ақ түсті ұсақ кристалды ұнтақ, суда өте жақсы ериді.

Каустикалық сода түссіз кристалды масса, қатты және сұйық күйде кездеседі. Бұрғылау ерітінділерінің сутектік көрсеткішін реттеуіш негізгі реагент. Іс жүзінде барлық бұрғылау жағдайларында қолданылады. Саз балшық ерітінділеріне аздап қосқан кезде пептизатор ретінде әсер етеді, ал көбірек қосылса, ерітінді тұтқырлығы мен сүзілу көрсеткішін көтеріп, ерітіндіні коагуляциялайды.

Полимер тектес реагенттерге фосфаттар, бихроматтар, натрий силикаты (сұйық шыны) жатады.

Фосфаттар - фосфор қышқылы натрий тұздары, Na_3PO_4 - үш натрийлі фосфат, $Na_3P_2O_7$ - пирофосфат. Бұлар кальций иондарын байланыстыру үшін қолданылады. Нәтижесінде суда ерімейтін кальций фосфор қышқыл тұздары құралады.

Хроматтар мен бихроматтар- сары және сарғыш түсті кристалды ұнтақ, өте улы. Олар саз балшық ерітінділерінің температураға төзімділігін жоғарылату үшін қолданылады. Хроматтар - Na_2CrO_4, K_2CrO_4 - хром қышқылының тұздары. Бихроматтар - $Na_2Cr_2O_7$,$K_2Cr_2O_7$ - бихром қышқылының тұздары.

Сұйық шыны (натрий немесе калий силикаты)- ашық сарыдан қоңыр түске дейін кездесетін қою сұйық ($Na_2O.nSiO_2$ немесе $K_2O.nSiO_2$). Ісінуге, гидратацияланауға және құлауға бейімді сланецті саз балшықтарды бұрғылауда қолданылатын арнайы жуу сұйықтарын дайындауда қолданылады.

2-5 % қосылған сұйық шыны КМЦ-мен өңделген ерітінділердің температураға төзімділігін 180^o дейін көтереді. Өте күшті құрылым құрауыш, сондықтан да, ол жуу сұйықтарының жұтылуын тоқтатуда қолданылады.

Табиғи тұздар арасынан хлорлы натрий, хлорлы калий, бишофит ($MgCl_2.6H_2O$) және карнолит ($KCl,MgCl_2.6H_2O$) жиі қолданылады.

Жасанды тұздар-ингибиторларға хлорлы кальций жатады-түссіз немесе ақ кристалды зат. Ингибирлеуіш ерітінділерде қатайтқыш компонент ретінде қолданылады.

Хлорлы натрий (қайнатылған тұз) - сілтілік ортасын онша өзгертпейтін бейтарап электролит. Тұзды қабаттарды ашуда қолданылатын тұзбен қанықтырылған ерітінділер дайындауда қолданылады.

Бишофит- алты сулы хлорид магнийінің тұзы, суда жақсы ериді. Бұл реагент гидрогель магний негізді жуу сұйықтарын дайындауда және карнолитті, бишофитті тұзды қабаттарда жуу сұйықтарын қанықтыру үшін қолданылады.

Кальций гидрототығы (сөндірілмеген әктас $Ca(OH)_2$)- түсі ақ ұнтақ, өте күшті сілті. Өте жоғары кальцийлі ерітінділерде ісіну ингибиторы, сонымен қатар сутек көрсеткішін реттеуіш.

Кальций сульфаты (гипс) $CaSO_4.2H_2O$- түсі ақ ұнтақ зат, суда нашар ериді. Сланцтер мен саз балшықты тау жыныстарын гидротация және ісінуден қорғауыш ингибитор ретінде қолданылады.

20. Органикалық реагенттер

Тұрақтандырғыштар (қорғауыш коллоидтар**)** жоғары молекулалы реагенттерден тұрады. Жоғары молекулалы реагенттер сүзілу көрсеткішін тиімді төмендетеді, бірақ ерітінді тұтқырлығы өседі. Ал төмен молекулалы реагенттер ерітінділерді сұйылтып, құрылым беріктігін төмендетеді.

Тұрақтандырғыш реагенттер жалпы әсер етуші, сұйылтқыштар және құрылым құрауыштарға бөлінеді.

Жалпы әсер етуші реагенттер гуматтар, КСР,ТСР, нитрогуматтар, хромгуматтар жатады.

Көмір сілтілі реагент (КСР)- реагент су, қоңыр көмір және күйдіргіш содадан тұрады. Ол сүзілу көрсеткішін төмендету және ерітіндіні тұрақтандыру үшін қолданылады. КСР-дің тұрақтандыру әсері Са мен Na катиондарының алмасу комплексіндегі ара қатысына байланысты. Көмір сілтілік реагентпен өңделген ерітінділердің сүзілу қабықшасы тығыз және жабысқақ келеді де, статикалық ығысу кернеуі төмендейді. КСР-дің оптимальды концентрациясы 15-20 %. Ол минералдылығы төмен орталарда қолданылады.

Көмір сілтілі реагентті төмендегідей дайындайды. Араластырғышқа тең жартысына дейін су құйып, күйдіргіш соданың есептелінген көлемін салып, толық ерігенге дейін араластырады. Содан кейін ұнтақталған қоңыр көмірдің қажетті мөлшерін салып, 1,5-2 сағаттай араластырады (1 $м^3$ суға 100-150 кг көмір + 10-30 кг күйдіргіш сода қосу қажет). КСР тығыздығы 1040-1050 $кг/м^3$, сүзілу көрсеткіші Ф = 2-3 $см^3$.

Коллоидтылығы төмен кальцийлі саз балшықтар үшін көмір мен күйдіргіш соданың мөлшері 10 және 2,5 %, ал коллоидтылығы жоғары натрийлі саз балшықтар үшін 13-15 және 1,8-2,0 %.

Іс жүзінде КСР рецептурасы көмір мен күйдіргіш сода мөлшерлерінің проценттік қатынасымен сипатталады (Мысалы 13:2).

Қазіргі кезде зауыттарда дайындалып шығарылатын ұнтақталған көмір сілтілі реагент (ҰКСР) кеңінен қолданылады.

Тофты сілтілік реагенттердегі (ТСР) активті заттар гумин қышқылы натрий тұздары. Сондықтан да олар КСР-ге ұқсас болып келеді. КСР-ге қарағанда сүзілу көрсеткішін төмендету қабілеті нашарлау. Саз балшық ерітінділерінің тұқырлығын өсіреді. Сондықтан да, оларды жуу сұйықтарының жұтылу жағдайларында қолданады.

Нитрогуматты реагенттерді 50-60^{o} температурада коңыр көмірді, 8 % -ік азот қышқылымен тотықтандыру және сұйық пен қатты фаза массалық қатынасын 5:1 етіп алып, араластыру арқылы алады. Бұл топтан сульфиттелінген нитрогуматты реагент (СНГР) қолданылады. Нитрогуматты реагенттер әктасты өңдеуге икемді, қолданылу мөлшері 3-5 %.

Хромгуматты реагенттер- қоңыр көмірдің хромпикпен тотықтандырылған өнімі. Олар ұңғы түбіндегі температура көтерілген жағдайларда жалпы әсер етуші реагенттер ретінде қолданылады. Зауыттарда дайындалған реагенттер болмаған жағдайларда, ерітінділерге КСР мен хроматтарды (бихроматтарды) жекелей қосу арқылы пайдалануға болады.

Сұйылтқыш реагенттерге лигнин, нитролигнин, таннид, кремний органикалық сұйықтар негізді реагенттер жатады.

Лигнин- целлюлозадан кейінгі ағаштың негізгі бөлігі. Ол целлюлозды-қағаз және гидролиз өндірістерінің қалдықтары.

Нитролигнин - гидролиздік лигниннің азот қышқылы немесе меланжбен нитрлеу және тотықтандыру өнімі. Ол бұрғыланылғын саз балшықты тау жыныстарының әсерінен қоюланған бұрғылау ерітінділерін сұйылту үшін, сонымен қатар 1,5-2 %-тен жоғары қосылған жағдайларда тұщы ерітінділер сүзілу көрсеткішін төмендетуге ықпал етеді. Нитролигнинді тұщы, әктасты, аз минералданған, және жоғары минералданған ерітінділерді 130^{0} С температураға дейінгі орталарда сұйылтқыш ретінде қолдануға болады. Оның оптимальды әсері pH= 9-10 да байқалады. Бұрғылау ерітінділерін өңдеу үшін 5-10 %- ік су-сілтілік ерітінділері қолданылады. Нитролигнин мен сілті қатынасы 1:0,1 ден 1:0,5 дейін алынады.

Сульфит-спирті барда (ССБ) – кальций, натрий, және сульфон қышқылы аммоний тұздарының қоспасы. Түсі қарақоңыр қою, тығыздығы 1200-1300 кг/м^3, құрамында 50 % құрғақ заттар кездесетін сұйық. ССБ-ің қатты, құрғақ ұнтақ түрлері де кездеседі. ССБ қышқылдық ортаға жатады (pH=3,5-4,5). Оның сапасын арттыру үшін күйдіргіш соданың судағы ерітіндісін қосады. ССБ-ні концентрацияланған күйдіргіш натриймен өңдеуге болмайды. Хлорлы натрий, калий және магнийдің концентрацияланған ерітінділерінде ерімейді. ССБ-нің негізгі қолданылатын жері кальцийлі саз балшықтарынан дайындалған жуу сұйықтары. Жуу сұйықтарын сұйылтқыш, сонымен қатар сүзілу көрсеткішін, статикалық ығысу кернеуін төмендетеді, әрі ерітінділерді көбіктендіріп жібереді.

Конденсацияланған сульфит-спирті барда (КССБ)- фенол қосу арқылы формальдегитпен конденсацияланған ССБ-нің түрлендірілген түрі. Түсі ССБ-ға ұқсас, тығыздығы 1120-1140 кг/м^3, құрамында құрғақ заттар мөлшері 18-20 %.

КССБ тиімді сұйылтқыш, әрі сүзілу көрсеткішін тұщы және минералды ерітінділерде төмендете алады. Оны ерітінді құрамына 0,5-0,4 % көлемде қосуға болады. КССБ сұйық және ұнтақ түрде шығырылады. Көп қосылған жағдайларда ерітіндіні көбіктендіреді.

Хромлигнисульфонат (окзил)- тотықтандырылған ССБ. Оны ССБ-ні күкірт қышықылында хроматтармен өңдеу арқылы алады. Сутектік көрсеткіші pH = 9-10 өте күшті сұйылтқыш. Дисперстік жүйені тұрақтандыра отырып, сүзілу көрсеткішін төмендетеді. Ерітінді құрамына окзилді 10 % дейін қосуға болады.

Феррохромлигносульфонат (ФХЛС) - тотықтандырылған ССБ.ССБ-нің хром және темірмен түрлендірілген өнімі. Хромлигносульфонатқа қарағанда ФХЛС-ің ингибрлеу қабілеті едәуір жоғары және сүзілу көрсеткішін жақсы төмендетеді, ерітінділерге 4-10 % дейін қосуға болады.

Сунил (күкірттендірілген нитролигнин) - нитролигнинді бейтарап ортада күкірт қышқылы тұздарымен күкірттендіру арқылы алынады. Суда жақсы еритін қара түсті 14-18 %-ік концентрациялы сұйық. Ол тұщы және минералды, сонымен

қатар гипс пен цемент қосуда қоюланған ерітінділерді де сұйылтады. Сұйылтқыш ретінде 10 %-ік ерітіндісі қолданылады. Құрғақ затқа шаққандағы оптимальды концентрациясы 0,2-0,3 %. Тұщы және минералдылығі төмен саз ерітінділеріне 2 % жоғары қосқан жағдайларда сүзілу көрсеткішін тиімді төмендетеді.

Игетан- гидролизделінген азот қышқылы лигнинін кальцийлендірілген содамен өңдеу арқылы алынады. Қара қоңыр түсті ұнтақ, бұрғылау ерітінділеріне әсер ету жағынан сунилге ұқсас, бірақ сұйылту қабілеті жоғары. Игетан ұнтақ күйінде немесе 10 % -ік ерітінді түрінде, құрғақ затқа шаққанда 0,2-0,3 % көлемде минералдылығі жоғары ерітінділерде қолданылады.

Құрылым құраушы реагенттер жуу сұйықтарының реалогиялық қасиеттерін жоғарылата отырып, сүзілу көрсеткішін төмендетеді. Оларға суда еритін эфирлер, целлюлоза негізді реагенттер, крахмалды реагенттер, биполимерлер және жасанды акрил полимер негізді реагенттер жатады.

Целлюлоза өсімдік клеткаларының негізін құрайды. Оның механикалық және химиялық беріктігі өте жоғары, суда және көптеген ерітінділерде ерімейді. Целлюлоза полимеризациялық дәрежесі өте жоғары табиғи полимер. Целлюлозадан химиялық реагенттер алу үшін, оны алдымен сілтімен өңдеп, молекула тізбегінің ұзындығын өзгертіп, салыстырмалы молекулалық массасын азайтады. Сілтімен әрекеттесу нәтижесінде қарапайым және күрделі целлюлоза эфирлері құралады.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)- сілтілі целлюлозаның сірке қышқыл натрий тұздарымен әрекеттесу өнімі. КМЦ молекуласы оттегі атомдарымен байланысқан алты түйінді циклдан құралған ұзын тізбек. Полимеризациялану дәрежесіне қарай КМЦ-ің салыстырмалы молекулалық массасы өзгереді. Осыған байланысты тұтқырлығы төмен КМЦ-350, тұтқырлығы орташа КМЦ-500, тұтқырлығы жоғары КМЦ-600 және КМЦ-700 сияқты түрлері шығарылады. Мұндағы сан қайталанған цикл санын көрсетеді.

КМЦ түрі ұйпаланған мақта сияқты ақ немесе сары түсті ұнтақ. Ол 10 %-ік су ерітіндісі ретінде қолданылады. Ол үшін КМЦ-і алдын ала суға жібітіп алады. Дайын реагент түрі крахмал желімі сияқты болады.

КМЦ-ің тиімділігі ерітіндінің минералдылық дәрежесі мен pH көрсеткішіне байланысты болады. Бейтарап орталарда КМЦ өте тиімді жұмыс істейді. Ерітінді сутектік көрсеткіші pH = 6 да КМЦ тұнбаға түседі, ал pH=9 да қоюланып кетеді. Полимеризациялану дәрежесі өскен сайын тұздар агрессиясына төзімді келеді де, сүзілу көрсеткішін тиімді төмендетеді.

Саз балшық ерітінділерінің минералдылыгі өскен сайын КМЦ –ің сүзілу көрсеткішін түсіру қабілеті төмендеп, ерітіндіні сұйылта бастайды. КМЦ–ің ерітіндідегі мөлшері оның маркасына, ерітіндінің минеральділік дәрежесіне және түріне байланысты 0,2 ден 2 % дейін жетеді.

Кабофен- молекуласына фенол енгізілген КМЦ, жоғары температураға төзімді.

Крахмал – табиғи полисахарид қоспасы. Ол көмірсутектік түйіннен құралған түзу полисахарид (амилоза) және тармақталған полисахаридтен (амилпектина) тұрады. Крахмал салыстырмалы молекулалық массасы өте жоғары және гидрофильді реагент. Саз балшық ерітінділері және де басқа дисперстік жуу сұйықтарында, олардың минералдылық дәрежесіне тәуелсіз сүзілу көрсеткішін төмендетеді. Сондықтан да, крахмал жуу сұйықтарында хлоркальций және хлормагний агрессиясы бар жағдайларда қолданылады. Суық суда ерімейтін болғандықтан 1-2 % ік күйдіргіш натр қосылған суға ерітеді. Крахмал ерітінді тұтқырлығын көтереді, сондықтан да, оны сұйылтқыш реагенттермен бірге қолданады. Крахмал ферментативтік тұрғыдан тұрақсыз. Оны ерітінді pH көрсеткішін 12 дейін көтеру немесе формалин, крезол қосу арқылы тоқтатады.

Декстрин - крахмалды гидролиздеу арқылы алынады. Ол суда жақсы еритін ақ түсті ұнтақ, құрғақ күйінде 2 % дейін қосылады. Ол минералдылығы өте жоғары жуу сұйықтарында қолданылады.

Биполимерлер- сахарозадан микробиологиялық синтездеу арқылы алынатын реагенттер. Олар полисахариттер түрінде

кездеседі. Биполимерлерден ХС, БП-1 және басқа да реагенттер белгілі. Биполимерлер тұз агрессиясына және температураға (150^{o}) төзімді келеді. Басқа реагенттермен өте сыйымды. Ерітінді құрамындағы биполимер концентрациясы 0,05 тен 1,5 % дейін жетеді. Негізгі кемшіліктері қымбаттылығы мен ферментативті тұрақсыздығында.

Жасанды акрил полимер негізді реагенттерден бұрғылау саласында полиакриламид, полиакрилнитрил жиі қолданылады.

Полиакриламид (ПАА)- жоғары молекулалы зат, суда жақсы еритін ақ ұнтақ. Судағы ерітінділерінің тұтқырлығы жоғары. Бұрғылау саласында гидролизделінген полиакриламид (ГПАА) жиі қолданылады. Ол тұщы және минералданған ерітінділерді жақсы тұрақтандырғыш және флокулянт ретінде де қолданылады. Полиакриламидті гидролиздеу, әр түрлі компоненттер қосу нәтижесінде РС-1, РС-2, РС-4, ПАА+ГКЖ сияқты реагенттер алынады.

Гидролизделінген полиакрилнитрил (Гипан)- полиакрилнитрилді күйдіргішпен сабындау арқылы алады. Түсі сары қою сұйық. Суыққа және шіруге төзімді. Жуу сұйықтарының сүзілу көрсеткішін төмендетіп, тұтқырлығын көтереді. Жуу сұйықтарына 2 % дейін қосылады.

К-4, К-6, К-9 реагенттері гипанның минералды агрессияға төзімді түрлері. Ерітінділерге 1 % дейін қосылады.

Метас – метакрил қышқылы мен метакриламид сополимері. 1-2 %-ік күйдіргіш натр ерітіндісінде еритін ақ ұнтақ. Жуу сұйықтарында 5-10 % сілтілік ерітінді түрінде қолданылады. Ерітінді pH көрсеткіші 9-10 арасында ұнтақ түрінде қосуға болады. Тұщы және хлорлы натриймен қанықтырылған жуу сұйықтарында 0,2-1,0 % метас сүзілу көрсеткішін тиімді төмендетеді. Кальций иондары қатысқан ерітінділерді өңдеу үшін метас кальцийленген содамен немесе фосфаттармен бірге қосылады.

М-14 акрил сополимері- түсі ақ ұнтақ, сілтілі суда жақсы ериді. РН > 10 жағдайларда құрғақ күйінде қосуға болады. Жуу

сұйықтарының құрылымдық - механикалық қасиеттерін тұрақтандыру үшін қолданылады.

Арнайы қолданылатын заттар. Беттік-активті заттар (БАЗ) құрамы мен химиялық қасиеттері бойынша екі топқа бөлінеді: ионогенді және ионогенді емес болып.

Ионогенді БАЗ өз ішінен анионактивті және катионактивті болып бөлінеді. Бұрғылау саласында негізінен осы түрлері қолданылады.

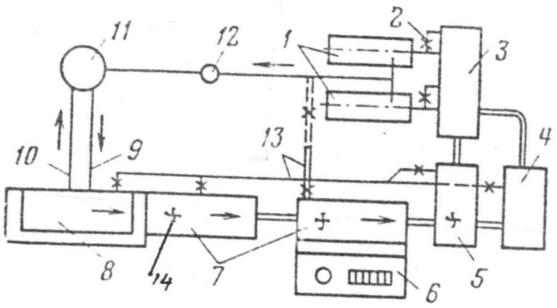
Беттік-активті заттар өнімді қабаттардың табиғи өткізгіштігін сақтау, тау жыныстарының бұрғылау кезінде қаттылығын төмендету, эмульсиялау үшін қолданылады. Олар тері таспасы, мылонафт, эмульсол ЭЛ-4, ЭН-4, гудрон қоспасы, сульфат сабыны, эмультал сияқты реагенттер.

ЖУУ СҰЙЫҚТАРЫН ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

21. Бұрғылау қондырғылары айналым жүйесінің элементтері

Бұрғылау қондырғылары айналым жүйесі жуу сұйықтарын дайындау, тазарту, оның қасиеттерін реттеу, жуу сұйығын айналдыру, бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерін көтеріп шығару, түптік қозғалтқыштар мен қашауға қуат жеткізу қызметін атқарады. Айналым жүйесінің жер үсті бөлігі (18-сурет) бұрғы сораптарынан (1), центрден тепкіш сораптардан, қабылдау қалбырынан (3), бұрғы сораптары сору (2), айдау жолдарынан тұрады. Жуу сұйықтарын сақтау үшін айналым жүйесінде сыйымдылығы 30-40 $м^3$ бір-бірімен жалғастырылған бірнеше қалбырлар (5,6,7) қойылған. Әр қалбыр екі немесе үш бөлікке бөлінген. Жуу сұйығының жылжымалылығын іске асыру үшін гидравликалық, механикалық (14) араластырғыштар қолданылады.

Жуу сұйықтарын дайындау, химиялық реагенттермен өңдеу үшін дайындау блогы (4), бұрғыланылған тау жыныстары мен газдардан тазарту үшін тазарту блогы (8) қойылған.



18-сурет. Бұрғылау қондырғылары айналым жүйесі:
1-бұрғы сораптары; 2-сору жолы; 3- қабылдау қалбыры; 4-жуу сұйығын дайындау блогы; 5,7- аралық қабылдау қалбырлары; 6-химиялық реагенттерді сақтау блогы; 8-жуу сұйықтарын тазарту, газдан айыру блогы; 9-науа; 10-ұңғыны жуу сұйығымен толтыру жолы; 11-ұңғы; 12-жуу сұйығын ұңғыға айдау жолы (манифольд); 13-қосалқы айдау жолы; 14-араластырғыштар

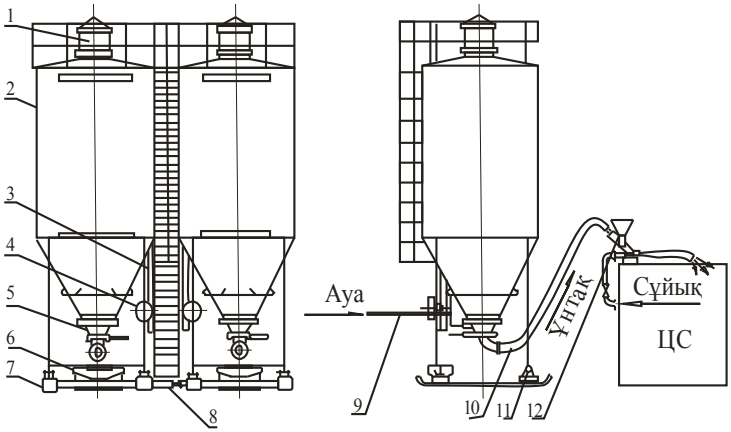
Айналым жүйесінің құрамы жоғары бұрғылау техника-экономикалық көрсеткіштерін қамтамасыз ету мүмкіндігімен анықталады да, ұңғы бұрғылау геологиялық-техникалық жағдайлары, жуу сұйықтарының түрі мен олардың қасиеттеріне байланысты болады. Бұрғылау саласында әр түрлі айналым жүйесінің түрлері қолданылады.

22. Жуу сұйықтарын дайындау

Жуу сұйықтарын дайындау ұңғыларды жуу технологиясының негізгі бөлігі. Ол дисперциялық ортаны дайындау, оны дисперциялық фазамен араластыру, ерітінділерді ауырлату, химиялық реагенттермен өңдеу сияқты жүйелі іске асырылатын операциялардан тұрады. Қазіргі бұрғылау жағдайларында жуу сұйықтарын дайындау үшін гидроэжекторлы қоспалауыш және тиеу воронкаларымен жабдықталған жуу сұйықтарын дайындау блогы, гидравликалық, механикалық араластырғыштармен жабдықталған қабылдау қалбырлары, диспергаторлар, сораптар қолданылады.

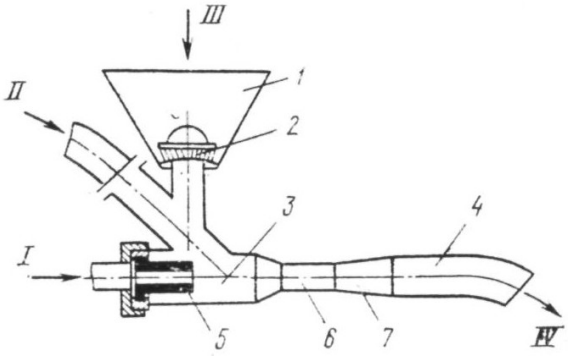
Жуу сұйықтарын дайындау блогтары БПР–40 және БПР-70 жуу сұйықтарын дайындау, ауырлату және ұнтақ материалдарды сақтау үшін қолданылады.

БПР-70 блогы (19-сурет) төменгі шеті конусты екі металл бункерден тұрады. Екі бункер жалпы бір блокқа қосылған. Блок құрамына бункермен шланга арқылы жалғастырылған эжекторлы екі гидроқоспалауыш кіреді.



19-сурет. Жуу сұйықтарын дайындау БПР-70 блогы:
1-сүзгі; 2-бункер; 3-тиеу құбыры; 4-материал массасын көрсеткіш; 5-түсіру тетігі; 6-масса датчигі; 7-тұғыр; 8-жалғастыру бөлігі; 9- аэрациялау тетігі; 10-жалғау жеңі; 11-шарнирлі қоспа; 12-гидроқоспалауыш

БПР-70 блогының негізгі бөлігінің бірі гидроэжекторлы қоспалауыш (20-сурет). Ол қабылдау (3) және қоспалау (6) камераларынан, ауыстырмалы штуцерден (5), клапанды (2) тиеу воронкасынан (1) тұрады. Ол да құю құбыры (4) және диффузормен (7) жабдықталған. Гидроқоспалауыш айналым жүйесінің қабылдау қалбырының үстіне БПР-дан 8-10 м арақашықтықта орналастырылады.



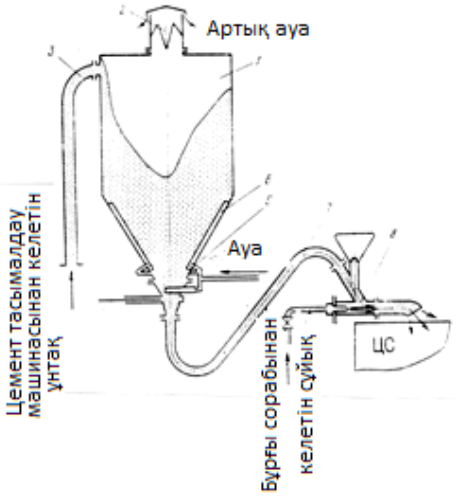
20-сурет. Гидроэжекторлы қоспалауыш:
1-сұйық; 11,111- саз ұнтағы; 1V - құю жолы.
1- тиеу воронкасы; 2 - воронка клапаны; 3 - қабылдау камерасы;
4 - құйылу құбыры; 5 - щтуцер; 6 – қоспалау камерасы; 7- диффузор

БПР блогының жұмыс істеу реті төмендегідей (21-сурет). Ұңғы басына жеткізілген ұнтақ материал (саз балшық, барит т.б.) компрессор көмегімен пневмотасымалдауыш арқылы бункерге (3) тиеледі. Қажет болған жағдайда, эжекторлы қоспалауышқа ұнтақ материалды берер алдында ол бункер ішінде аэрацияланады да, содан кейін шиберлі жапқыш ашылады. Сол арқылы шлангаға ұнтақ материалдың түсуін қамтамасыз етіледі.

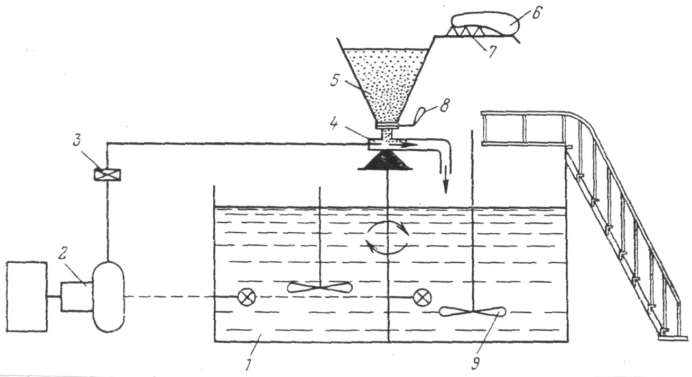
Щтуцер (5) арқылы сораппен айдалған сұйық жылдамдығының әсерінен гидроқоспалауыш камерасында (3) сиреу пайда болады, ал бункер ішіндегі атмосфералық қысым салдарынан шланганың шеттерінде пайда болатын қысым айырмасының әсерімен ұнтақ материал гидроқоспалауыш камерасына жылжып, онда айдалатын сұйықпен араласады. Гидроқоспалауыш воронкасы (1) ұнтақ материалдарды қолмен тиеу үшін қолданылады.

Бұрғылау практикасында жуу сұйықтарын дайындаудың әр түрлі технологиялық тәсілдері қолданылады. Ең қарапайым технологиялық схемасы (22-сурет) бұрғылау ерітіндісі компоненттерін араластырушы механикалық немесе гидравликалық араластырғыштармен (9) жабдықталған қалбырдан (1), тиеу воронкасы (5), шиберлі жапқышпен (8),

жабдықталған гидроэжекторлы қоспалауыштан (4), центрден тепкіш немесе бұрғы сораптарынан (2), және манифольд жолынан (3) тұрады.



21-сурет. БПР блогының жұмыс істеу схемасы:
1 – бункер; 2 – сүзгі; 3 – тиеу құбыры; 4 – түсіру тетігі; 5 – аэрациялау жүйесі; 6 – аэрациялау жолы; 7 – шланга; 8 – гидроқоспалауыш

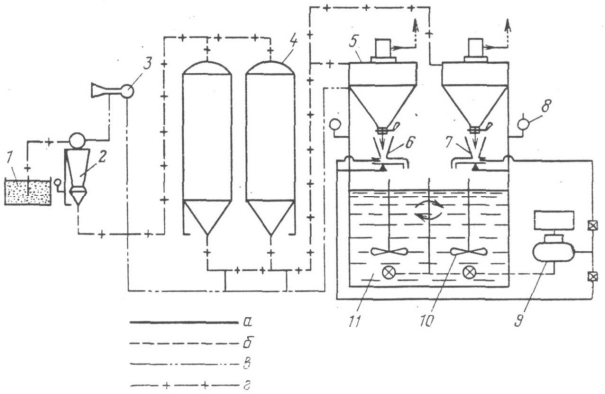


22-сурет. Бұрғылау ерітінділерін дайындау схемасы

Кейбір аудандарда осы күнге дейін бұрғылау ерітінділерін дайындауда УПР-Р-2, гидравликалық араластырғыш ГДМ-1 және қалақты саз балшық араластырғыштар қолданылады.

Шет елдерде соңғы кезде "Халибуртон" фирмасының автономды блогының көмегімен іске асырылатын бұрғылау ерітінділерін дайындау технологиясы кеңінен қолданылып жүр. Бұл аталған блок (23-сурет) құрамына төмендегідей қондырғылар кіреді.

1. Салмақ индикаторы және шаң ұстағыштан тұратын тиеу бункері (2).
2. Дизель жетекті вакуум-компенсаторы (3).
3. Уақ материалдар (саз балшық, барит) сақталатын бункері (4).
4. Салмақ индикаторы (8), және қабылдау воронкаларымен (6, 7) жабдықталған шағын бункері.
5. Бірнеше бөліктерге бөлінген, ішіне механикалық араластырғыштар орнатылған қабылдау қалбыры.
6. Ортадан тепкіш сорабы (9).

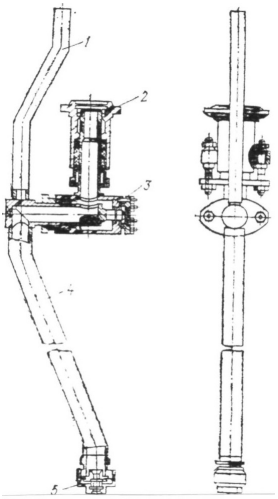


23-сурет. "Халибуртон" фирмасының бұрғылау ерітінділерін дайындау жүйесі*:*
а- айдау жолы; б-сору жолы; в-ауа жолы;
г- материалдарды пневматикалық тасымалдау жолы

23. Араластырғыштар

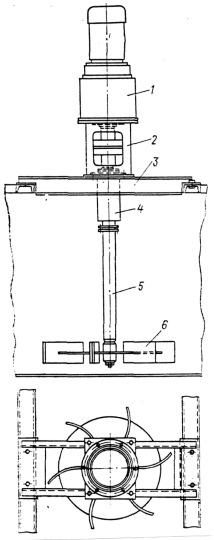
Араластырғыштардың негізгі атқаратын қызметі бұрғылау ерітінділерінің ыдырап бөлінуін тойтарып, оның құрамындағы компоненттердің айналым жүйесі көлемінде бір қалыпты қалыптасуын қамтамасыз ету. Бұрғылау практикасында бұрғылау ерітінділерін дайындау, химиялық өңдеу және айналдыру үшін гидравликалық және механикалық араластырғыштар қолданылады. Гидравликалық араластырғыштардан ПГ, ПГС, 4УПГ (24-сурет) қолданылады.

Бұрғылау ерітіндісі бұрғы сорабы немесе ортадан тепкіш сорап арқылы гидравликалық араластырғыш тұрқына беріледі. Одан айналмалы үштік (3) және оқпан (4) арқылы сұғындамаға (5) бағытталады. Бұл жерде сұйық жоғары жылдамдықпен сұғындамадан шығарылады. Араластырғыш оқпанын тұтқа (1) арқылы бұра отырып, сұйық ағынын қажетті жаққа бағыттауға болады.



24-сурет. 4УПГ Гидравликалық араластырғышы:
1-тұтқа; 2-тұрқы; 3-айналмалы үштік; 4-оқпан; 5- сұғындама

Бұрғы қондырғылары айналым жүйесінде механикалық араластырғыштардан ПМ (25-сурет), ПМ1, ПМ2, ПЛ1, ПЛ2 түрлері қолданылады.



25-сурет. ПМ механикалық араластырғышы:
1-мотор; 2-тірек; 3-рама; 4-аралық білік;5-қалақты білік; 6-араластыру құралы

Саз балшық ұнтақтарының суда гидротациялануын және майдың суда эмульгациялануын (немесе судың) тездету үшін дисперстік ортада диспергаторлар қолданылады. Олар аз материал жұмсау кезінде көрсеткіштері қанағаттанарлық ерітінділер алуға мүмкіндік береді.

Гидравликалық диспергаторлардың жұмыс істеу принципі жоғары жылдамдықпен көлемі шектелген камераға сұйық ағынының соғу кезінде пайда болатын, диспергациялану процесін тездетуші кавитациялық құбылысқа негізделген. Диспергаторда өңделініп алынған эмульсиялар, бұрғылау барысында бұрғы сораптары, турбобұрғы, қашау және басқа да механизмдердің жұмысынан байқалатын диспергациялану жағдайларында өз қасиеттерін бұзбайды.

Диспергатор жұмысы екі режимде іске асуы мүмкін: дайындалған суспензияны немесе эмульсияны диспергациялау режимінде; бұрғылау ерітінділері компоненттерін араластыруды және диспергациялауды бірге атқару режимінде.

Бірінші жағдайда БПР, эжекторлы гидроқоспалауыш, араластырғыштар, бұрғы сораптары көмегімен сазды-сулы (немесе мұнайлы-сулы) жүйе дайындалып, бірнеше рет диспергатор арқылы 11-12 МПа қысымда айдалады.

Екінші жағдайда диспергаторды, эжекторлы гидроқоспалауышты және БПР-ді бір мезгілде іске қосады.

24. Бұрғылау ерітінділерін дайындау технологиясы

Ауырлатылмаған саз балшық ерітінділерін дайындау үшін саз балшық, су, ал ауырлатылған ерітінділерде саз балшық, су және ауырлатқыш (барит) қолданылады. Ерітінділерді диспергатор қолданып және онсыз да дайындауға болады.

Бұрғылау ерітінділерін дайындар алдында, ерітінді дайындауға қажетті компоненттер мөлшерін анықтау қажет.

Саз балшық ерітінділерін дайындау технологиялық процесі төмендегідей.

1. Технологиялық дайындау жолын схема бойынша байланыстырады (26-сурет).

2. Қабылдау қалбырына (9) дайындалатын ерітінді көлемінің 0,5-0,66 бөлігіндей су құйылады.

3. Бұрғы сорабының өнімділігіне байланысты гидравликалық диспергаторға сұғындама қойылады.

4. Гидроэжекторлы қоспалауышқа диаметрі 30 мм щтуцер қойылады.

5. Саз ұнтағы тиелген БПР бункеріне 5-7 минуттай мерзімге аэрациялау тетігін қосады.

6. Бұрғылау сорабын қалбыр-гидравликалық диспергатор (егер қолданылса), эжекторлы гидроқоспалауыш- қалбыр схемасы бойынша қосады. Сорап айдау жолындағы қысым 12-14 МПа (диспергатор қолданылмаған жағдайда 4 МПа аспауы) болуы қажет.

7. Шиберлі жапқышты $15\text{-}20^0$ бұру арқылы БПР бункеріндегі түсіру тесігін ашады.

8. Суға эжекторлы гидроқроспалауыш арқылы қажетті саз ұнтағын қосады.

9. Саз ұнтағын қосуды тоқтатып, алынған суспензияны төрт-бес циклдай диспергациялайды.

10. Сорапты тоқтатып, ерітіндіні араластыра отырып, шартты тұтқырлығы 25 с жеткенге дейін су қосады.

Тығыздығы 1400 кг/м^3 дейінгі ауырлатылған бұрғылау ертітінділерін дайындауда, 1-10 дейінгі жұмыс реті қайталанады. Содан кейін жұмыс төмендегідей ретпен жүргізіледі.

11. Бункер ішіндегі ұнтақ ауырлатқыш аэрацияланады.

12. Ерітіндінің айналымын гидравликалық диспергатор-эжекторлы гидроқоспалауыш - қалбыр схемасы бойынша бұрғы сорабымен қамтамасыз етеді.

13. Алынған суспензияны бір-екі цикл диспергациялайды немесе 1-2 сағаттай араластырады.

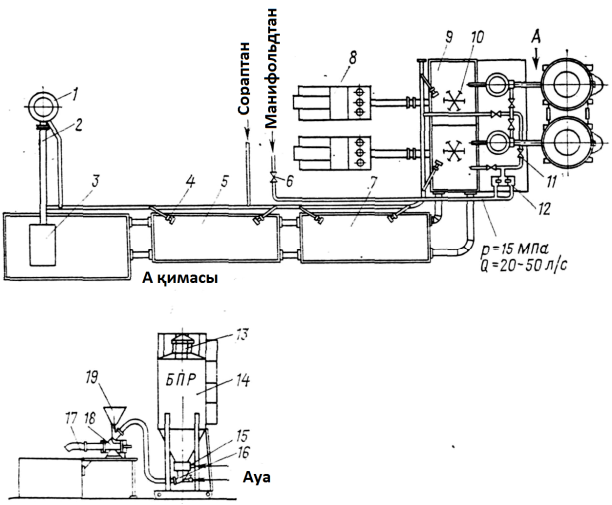
Суспензия статикалық ығысу кернеуінің мәні $СНС_1$=0,3-0,6 Па жеткенде эжекторлы гидроқоспалауышқа ауырлатқыш жіберіледі.

14. Суспензияның қажетті тығыздығы алынғаннан кейін баритті жіберуді тоқтатады.

15. Алынған суспензияны 11-12 МПа қысымда екі-үш цикл диспергациялайды, диспергатор қолданылмаған жағдайда 1-2 сағаттай араластырады.

16. Бұрғы сорабын тоқтатып, ерітіндіні араластыра отырып, қажетті көлемін алғанға дейін су қосады.

Тығыздығы 1400 кг/м^3 жоғары ауырлатылған бұрғылау ерітінділерін дайындау үшін 1-13 жұмыс реті қайталанады. Содан кейін төмендегідей жүргізіледі. Суспензия тығыздығы 1300-1350 кг/м^3 жеткеннен кейін баритты қосуды тоқтатып, алынған суспензияны екі - үш циклдай диспергациялайды, диспергатор қолданылмаған жағдайда 1-2 сағаттай араластырады. Суспензияны араластыра отырып, эжекторлы гидроқоспалауыш арқылы ауырлатқыштың есептелінген көлемі қалбырды сумен толтыра отырып беріледі.

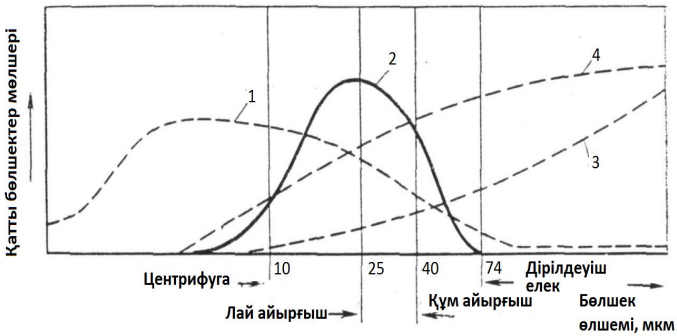


26-сурет. Бұрғылау ерітінділерін дайындау технологиялық қондырығыларын байланыстыру схемасы*:*
1-ұңғы; 2-науа; 3-дірілдеуіш елек; 4-гидравликалық араластырғыш; 5,7,9- қабылдау қалбырлары; 6-жоғары қысымдық ысырма; 8-бұрғы сораптары; 10-механикалық араластырғыш; 12-гидравликалық диспергатор; 13-сүзгі; 14-БПР бункері; 15-шибер; 16-аэратор; 17-алаң; 18-гидро-қоспалауыш камерасы; 19-тиеу воронкасы

25. Жуу сұйықтарындағы қатты фазалардың топталынуы

Ұңғыларды бұрғылау барысында, бұрғылау ерітінділерінде қатты бөлшектердің әр түрлі мөлшерлері кездеседі. Бентонитті саз ұнтағы бөлшектерінің мөлшері бірден ондаған микрометрге, бариттікі 5-10-нан 75 мкм, шламдікі 10-нан 25 мкм дейін жетеді (27-сурет). Шлам бөлшектері айналым жүйесіне жеткенге дейін механикалық өзгерістер, диспергациялану салдарынан мөлшерлерін кішірейтеді. Осылай біртіндеп әсер ету нәтижесінде шлам бөлшектері коллоидты бөлшектерге (мөлшерлері 2 мкм төмен) айналады. Бұл бұрғылау ерітінділерінің технологиялық қасиеттерінің қалыптасуына айтарлықтай ықпал етеді.

Бұрғылау ерітінділерін идеалды тазарту барысында мөлшерлері 1 мкм жоғары бөлшектер бөлінуі тиіс. Бірақ, қолданылатын қондырғылардың техникалық мүмкіндіктері және объективті технологиялық себептер бұл шекке жетуге мүмкіндік бермейді



27-сурет. Бұрғылау ерітінділерінің дисперстік құрамы*:*
1,2- саз ұнтағы мен бариттің дисперстік құрамы;
3,4- бір және екі циклдан кейінгі шлам дисперстік құрамы

Гидроциклондық құм айырғышты қолдану, бұрғылау ерітінділерінің құрамынан мөлшерлері 40 мкм жоғары бөлшектердің 70-80 % дейін тазарта алады. Одан тереңдеу тазарту үшін лай айырғыштар қолданылады. Бұл аталған аппараттардың көмегімен мөлшерлері 25 мкм дейінгі шлам бөлшектерін тазартуға және тазарту дәрежесін 90 % дейін көтеруге болады.

26. Қатты фазаларды бөлу принциптері

Бұрғылау сұйықтарын шламнан тазартуға аса көңіл бөлінеді, себебі бұрғылау ерітінділеріне қосылған бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектері олардың технологиялық қасиеттеріне кері әсер етеді, соның салдарынан бұрғылау технико-экономикалық көрсеткіштері төмендейді. Бұрғылау ерітінділерін шламнан тазарту үшін төмендегідей механикалық қондырғылар жинағы қолданылады. Олар

дірілдеуіш електер, параллель жалғастырылған гидроциклондық блоктар (құм және лай айырғыштар), сепараторлар (дірілдеуіш електермен қоса істейтін гидроциклонды блок), саз айырғыштар (кері циклмен істейтін гидроциклондар, центрифугалар)

Бұрғылау ерітінділерін тазарту қондырығыларына төмендегідей талаптар қойылады.

1. Әр қондырғы айналым жүйесіндегі ерітінді көлемінен көбірек ерітінді өткізе алуы тиіс.
2. Айналым жүйесінде қондырғылар ұңғы-газ сепараторы:

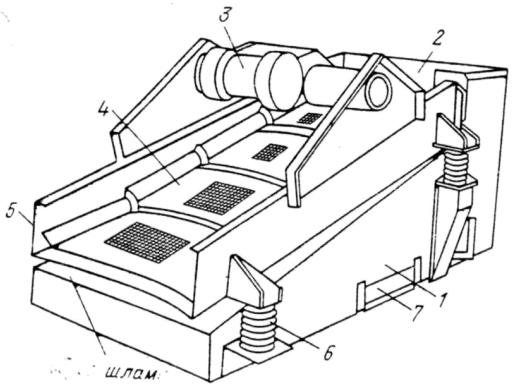
- тербелмелі елек- газ айырғыш-құм және лай айырғыш-қатты фаза құрамын реттеуші блок (гидроциклонды саз айырғыш, центрифуга).

3. Әр қондырғы белгілі бір қызмет атқаруы және қажет болған жағдайда ғана пайдаланылуы тиіс.
4. Ауырлатылмаған ерітінділерде үш сатылы тазарту жүйесін қолдану керек: дірілдеуіш елек (1-саты), құм айырғыш (2-саты), лай айырғыш (3-саты).
5. Ауырлатылған ерітінділерде екі сатылы тазарту жүйесін қолдану керек: дірілдеуіш елек (1-саты) – гидроциклонды сепаратор (2-саты). Егер ауырлатылған ерітінді саз балшықпен байытылса, жартылай үшінші саты ретінде саз айырғыш қолданылады.

27. Дірілдеуіш електер, олардың конструкциялары және жұмысы

Бұрғылау ерітінділерін дірілдеуіш електерде тербелмелі тордан елеп өткізу арқылы тазартады. Бұл белгілі мөлшердегі ірі бөлшектерді бөлу арқылы іске асырылатын механикалық процесс болып саналады.

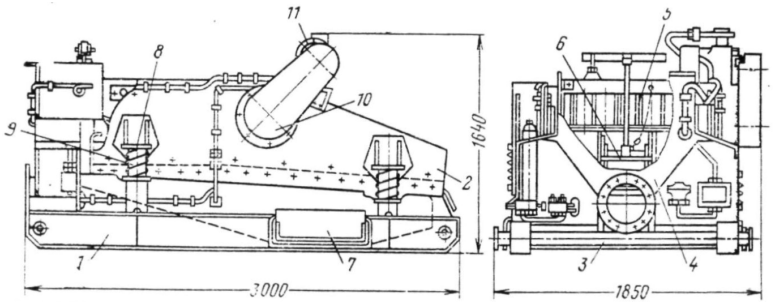
Дірілдеуіш електердің тазарту және ерітіндіні өткізу қабілеті тор ячейкаларының өлшемі және елеу беттері болып саналады. Дірілдеуіш електің (28-сурет) негізгі элементтері тұғыр (1), тазартылған ерітінді жиналатын тұғырық (7), сұйық ағынын бөлуші қабылдағыш (2), тербелмелі рама (5), тор (4), тербелткіш (3), амартизатор (6). Тербелткіш рама горизонтальды немесе жазықтыққа көлбейте орналасуы мүмкін, ал оның қозғалысы ілгерілемелі-кейіндемелі, түзу, айналмалы болып келеді.



28-сурет. Дірілдеуіш елек схемасы

Бұрғылау практикасында дірілдеуіш електердің бір ярусты екі торлы ВС-1 және бір ярусты қосарланған СВ-2, СВ-2Б түрлері кеңінен қолданылады.

ВС-1 дірілдеуіш елегінің (29-сурет) элементтері айналым жүйесіндегі тазарту блогына електі бекітуге арналған табаннан (1), сонымен қатар тазартылған ерітіндіні шығаратын және реттеуші, торды бекітуге арналған дірілдеуіш рамадан (2) тұрады. Елек табаны шана тәрізді етіліп жасалған, шана табандары екі құбырмен (3) және табақ- тұғырықпен жалғанған. Шана табанына ұңғыдан келетін бұрғылау ерітіндісін қабылдау қалбыры (4) орнатылады. Қабылдау қалбырының жоғарғы бөлігіне ерітінді ағынын реттеуші (5) орналастырылған. Реттеуіштерді ерітінді ағынына кез келген бұрышта қоюға болады. Егер ерітіндіні тор арқылы жібермеу қажет болса, ол қабылдау қалбырындағы қолмен реттелетін сыналы қалқан (6) арқылы іске асырылады. Шана табандарының бүйірлерінде тазартылған ерітінді шығатын тесіктер бар. Тесіктер жайпақ қалқанмен (7) жабылады. Дірілдеуіш елек табанына дірілдеуіш раманы отырғызу үшін төрт қысқа бағана (8) қойылған. Табан мен дірілдеуіш рама арасындағы байланыс цилиндрлі төрт серіппе (9) арқылы іске асырылады.



29-сурет. ВС-1 дірілдеуіш елегі

Дірілдеуіш елек айналым жүйесінің бірінші қабылдау қалбырына, оның тұғыры манифольд қимасынан немесе науа түбінен 1,3 м төмен тұратындай етіліп орналастырылады. Бұл жағдайда биіктік айырмасы дірілдеуіш елекке 55 л/с бұрғылау ерітіндісін жеткізуді қамтамасыз ете алады.

Дірілдеуіш електі ұңғы сағасымен байланыстыру манифольд немесе науа арқылы іске асырылады. Манифольд (30-сурет) диаметрі 250 мм-ден жоғары құбырдан (3) дайындалады. Ол електерге уақытша бұрғылау ерітіндісін беруді тоқтата алатын екі қалқанмен (4), тарақпен (5) жабдықталған.

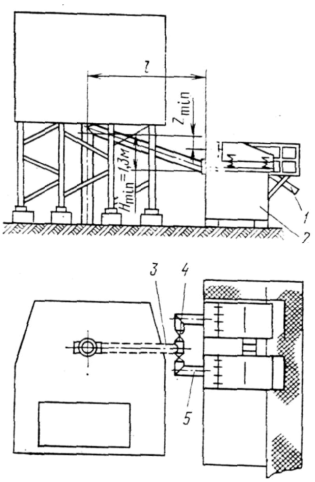
Дірілдеуіш елек науа арқылы байланыстырылған кезде (31-сурет) жеткізуші науа (3) және екі беруші науа (4) қолданылады. Әр дірілдеуіш електің өзінің қалқанды жапқышпен жабдықталған беруші науасы бар және ол жалғауыш люкпен (5) аяқталады. Тазартылған ерітінді дірілдеуіш електен кейін айналым жүйесіндегі қабылдау қалбырына (2) түседі, ал шлам тасымалдау науасы (1) арқылы сыртқа шығарылады.

Дірілдеуіш елекке ондағы тор бетін бұрғылау ерітіндісі қалдықтарынан тазару үшін су және ауа жолдары қосылады.

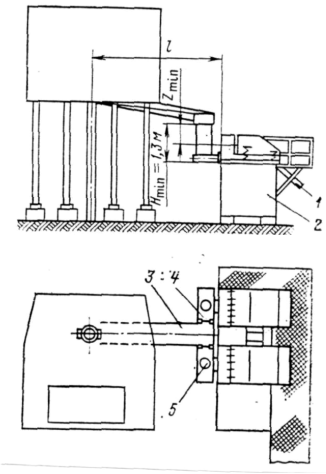
Дірілдеуіш елек тиімділігі біріншіден оның түрі және дірілдеуіш тор жұмыстық күйіне байланысты болады.

Қазіргі кезде бұрғылау сұйықтарын тазартуда даттанбайтын болаттан дайындалған ячейка өлшемдері 0,7х2,2; 1х2,3; 1х5; 0,16х0,16; 0,2х0,2; 0,25х0,25;0,4х0,4; 0,9х0,9; 1,6х1,6; 2х2; 4х4 мм торлар қолданылады.

СВ-2 дірілдеуіш елегі терең ұңғыларда бұрғылау ерітінділерін тазартуда қолданылады. Оның тор өлшемі 1х5 мм-дегі бұрғылау ерітіндісін өткізу қабілеті 60 л/с. Торының жұмысшы бөлігінің ұзындығы 1,2 м, ені 0,9 м. Тордың дірілдеу жиілігі минутына 1600 және 2000. Тордың горизонтқа көлбеулігі 12-18^0. Дірілдеуіш елек массасы 1380 кг.



30-сурет. ВС-1 дірілдеуіш елегін манифольд арқылы қосу схемасы:
1-тасымалдау науасы; 2-қалбыр; 3-манифольд; 4-шибер; 5-бөлу тарағы



31-сурет. ВС-1 дірілдеуіш елегін науа арқылы қосу схемасы:
1-тасымалдау науасы; 2-қалбыр; 3-жеткізу науасы; 4-келтіру науасы; 5-қосу есігі

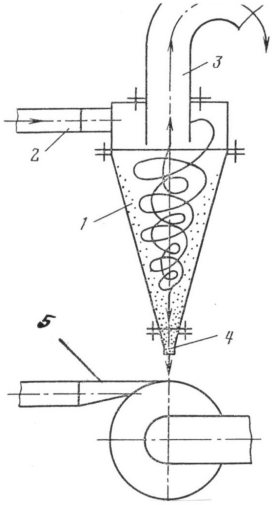
СВ-2Б дірілдеуіш елегі СВ-2 –ің түрлендірілген түрі. Ол тек қабылдау қалбырының үстіне қоюға арналған, сондықтан тазартылған бұрғылау ерітіндісін қабылдау ваннасы жоқ.

Шет елдік бұрғылау практикасында бұрғылау ерітінділерін механикалық тазартуға көбірек көңіл бөлінеді. Америка Құрама Штатының бірнеше фирмалары конструкциялары әр түрлі (бір, екі - үш қатарлы, бір-екі және үш ярусты, екі сатылы) дірілдеуіш електер шығарады. Ең таңдаулылары «Брандт», «Свако», «Бариод» фирмаларының дірілдеуіш електері.

28. Гидроциклонды қондырғылар

Гидроциклондық қондырғылар бұрғылау ерітінділерін тазартуда қосалқы тазарту сатысы ретінде қолданылады. Олардың жұмыс істеу принципі қатты бөлшектерді массасы бойынша гидроциклонның құйын тәрізді ағынында пайда болатын инерциялық күш әсерінен бөлуге негізделген. Ұңғыларды бұрғылау практикасында құм және лай айырғыш гидроциклондары кеңінен қолданылады.

Гидроциклон қиылып төңкерілген конуспен жалғанған цилиндр тәріздес (32-сурет).



32-сурет. Гидроциклон схемасы:
1 - тұрқы; 2 - кіру жолы; 3 - шығару жолы, 4 - құм сұғындамасы; 5-кіру жолындағы сұғындама

Конустың (1) төменгі бөлігі құм шығатын сұғындамамен (4), ал ерітінді кіретін жолы кіру сұғындамасымен (5) жабдықталған. Сол арқылы бұрғылау ерітіндісі айдалады. Тазартылған ерітінді құбыр (3) арқылы шығарылады.

Бұрғылау ерітіндісі жоғарғы сұғындама (5) арқылы гидроциклонның цилиндрлі бөлігіне жанама бойынша беріледі.

Кіре берістегі жоғары ағын жылдамдығына байланысты, қатты бөлшектер инерциялық күш әсерінен гидроциклон қабырғасына соғылып, Стокс заңына сәйкес құм сұғындамасына қарай жылжиды, ал ұсақ дисперсиялы бөлшектер бұрғылау ерітіндісімен бірге төменнен жоғары қарай көтеріледі.

Гидроциклондық шлам айырғыштарды құм және лай айырғыштарға бөледі.

Құм айырғыш – кіру және шығару жолдары бір манифольдқа қосылған, диаметрі 150 мм және одан жоғары гидроциклон батареясы. Лай айырғыш құрылымы құм айырғышқа ұқсас, диаметрі 100 мм және одан төмен гидроциклондардан құралады. Гидроциклондар саны құм мен лай айырғыштарда әр түрлі болып келеді.

Бұрғылау практикасында 1ПГК құм айырғышы (33-сурет) кеңінен қолданылады. Ол диаметрі 150 мм төрт гидроциклоннан тұратын батарея. Гимдроциклондарға бұрғылау ерітіндісі тіке шлам сорабы арқылы беріледі. 1ПГК құм айырғышы секундына 60 л бұрғылау ерітіндісін өңдей алады. Одан мөлшері 60 мкм дейінгі шлам бөлшектері тазартылады.

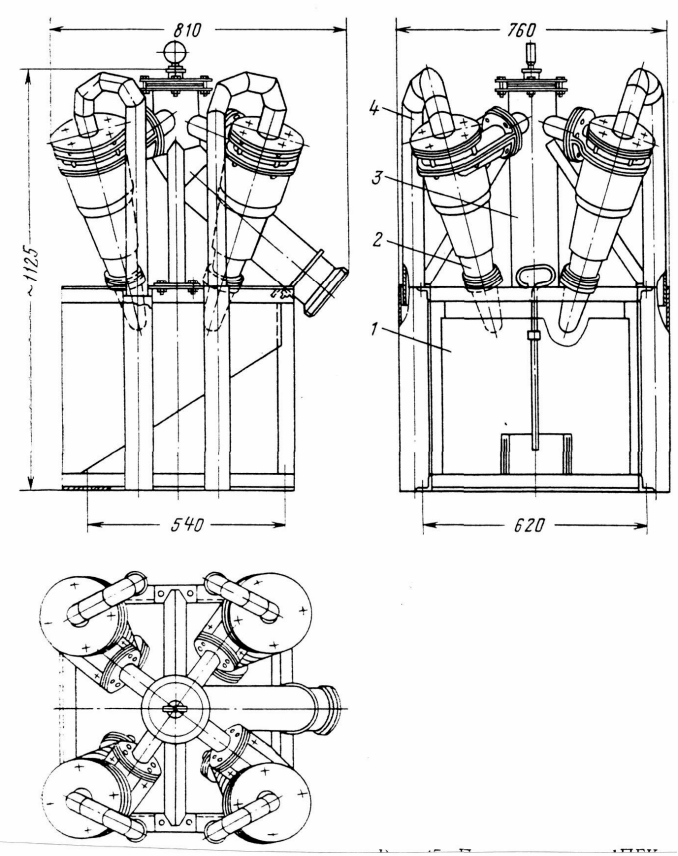
Қазіргі кезде құм айырғыштың ПГ-50, ПГ-90 модельдері қолданылады. Мұндағы сан қондырғы өнімділігін көрсетеді.

"Свако" фирмасы құм айырғыштардың 10 шақты түрін шығарады.

Дірілдеуіш електен тазартылып өткен бұрғылау ерітіндісі 0,2-0,3 МПа қысыммен коллекторға беріледі, одан әрі гидроциклондарға түсіп, шламнан тазартылады. Тазартылған бұрғылау ерітіндісі гидроциклондардан құю коллекторына, одан әрі құю құбырлары арқылы қабылдау қабырына немесе айналым жүйесінің науасына түседі.

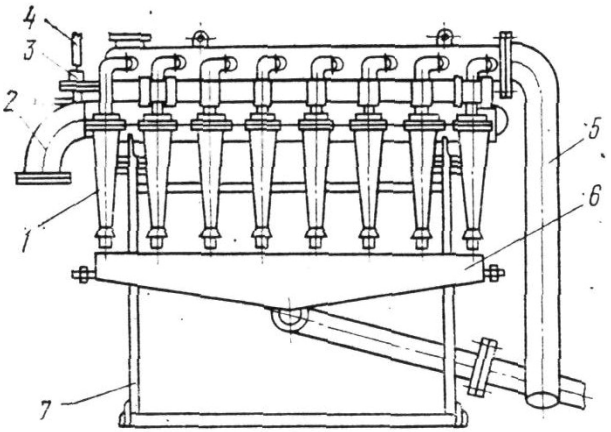
Лай айырғыш ИГ-45 ауырлатылмаған бұрғылау ерітінділерінен өлшемдері 0,03-0,004 мм бұрғыланылған тау жыныстары бөлшектерінен тазарту үшін қолданылады. Ол айналым жүйесі құрамында дірілдеуіш елек, құм айырғыштан кейінгі үшінші тазарту сатысы ретінде қолданылады.

Лай айырғыш (34-сурет) екі қатар орналасқан 16 гидроциклоннан, қысым коллекторынан (2), құю коллекторынан (5), барлық бөлшектер бекітілетін тұғырдан (7), шлам қабылдауыштан (6) тұрады. Қысым коллекторы гидроциклондарға бұрғылау ерітіндісін жеткізу және бөлу қызметін атқарады.



33-сурет. 1ПГК құм айырғышы:
1- пісірілген рама; 2- төрт гидроциклон;
3- аша; 4-төрт бұрма

Қысым коллекторына 0,2-0,3 МПа қысыммен дірілдеуіш елек және құм айырғыштан тазартылып өткен бұрғылау ерітіндісі сорап арқылы беріледі. Гидроциклондарда ол қосымша ұсақ дисперсті шламнан тазартылып, құю коллекторы арқылы айналым жүйесінің қабылдау қалбырына құйылады, ал шлам төменгі сұғындама арқылы шлам қабылдауышқа жиналады да, содан кейін амбарға шығарылады.

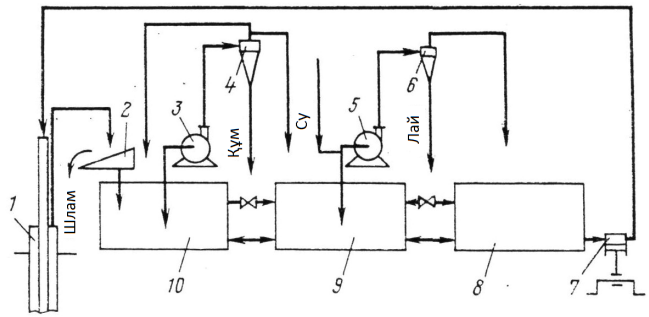


34-сурет. ИГ-45 лай айырғышы:
1-гидроциклондар; 2- қысым коллекторы; 3- бөлу стаканы; 4-қорғау манометрі; 5- құю коллекторы; 6- шлам жинағыш; 7- тұғыр

29. Жуу сұйықтарын үш сатылы тазарту жүйесі

Ауырлатылмаған бұрғылау ерітінділерін жеткілікті тазарту үшін дірілдеуіш елек, құм айырғыш, лай айырғыштан тұратын үш сатылы тазарту жүйесі (35-сурет) қолданылады. Үш сатылы тазарту жүйесінде бұрғыланылған тау жыныстарының ірі бөлшектері дірілдеуіш електе, ал ұсақ бөлшектері құм және лай айырғыштарда тазартылады. Мұндай тазарту технологиясы бойынша бұрғылау ерітінділерінің құрамынан өлшемдері 0,04

мм ірі шлам бөлшектері толық тазартылады. Тазарту нәтижесінде өлшемдері 30 мкм дейінгі бұрғыланылған тау жыныстарының 60 % тей мөлшері шығарылады.



35-сурет. Бұрғылау ерітіндісін үш сатылы тазарту жүйесі:
1-ұңғы; 2- дірілдеуіш елек; 3- шлам сорабы; 4- құм айырғыш; 5- шлам сорабы; 6 - лай айырғыш; 7- бұрғы сорабы; 8,9,10- қабылдау қалбырлары

30. Бұрғылау ерітінділерін газдан айыру

Ұңғыларды бұрғылау барысында, бұрғылау ерітінділерінің ауа, немесе қабат газдарымен қанығуы, әрі көбіктенуі мүмкін. Осының салдарынан бұрғылау ерітінділерінің технологиялық қасиеттері нашарлайды: тығыздығы төмендейді, статикалық ығысу кернеуі мен тұтқырлығы өседі, Сондықтан айналым жүйесі қондырғыларының жұмысы нашарлап, әр түрлі шиеленіс жағдайларының болу қаупі өседі. Бұрғылау ерітінділерінің газдану салдарына байланысты шиеленістерді болдырмау үшін физика-химиялық, механикалық және вакуумдық газсыздандыру әдістері қолданылады.

Бұрғылау ерітінділерін физика-химиялық газсыздандыру тәсілдері оларға арнайы көбік сөндіргіш реагенттер қосуға негізделген.

Бұрғылау практикасында көбік сөндіргіш реагенттер ретінде соапсток, Т-66, МАС-200, ПВ-1 реагенттері қолданылады.

31. Бұрғылау ерітінділерін механикалық газсыздандыру

Механикалық газсыздандыру тәсілі газды сұйық тасқынын шашырату, турбулизациялау немесе инерциялық тасқынмен әсер етуге негізделген. Бұл тәсілдерді іске асыру үшін айналмалы роторлы гидроциклондар, шашыратқыштар қолданылады.

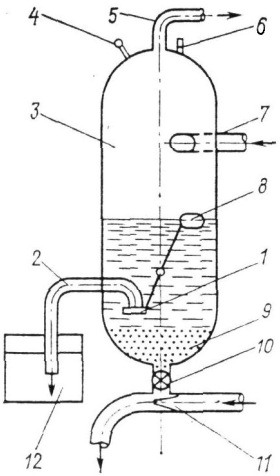
Бұрғылау ерітіндісінде газ бос сұйық және еріген күйінде кездеседі. Бұрғылау ерітіндісі ұңғы сағасына жақындаған сайын газ көпіршіктерінің көлемі өсіп, бір-бірімен жабысып, газ тығындарын құрайды. Бос газ бұрғылау ерітіндісінің құрамынан газ сепараторы арқылы босатылады.

Газ сепараторы манифольд жүйелерімен, клапандар және приборлармен жабдықталған көлемі үлкен саңылаусыз ыдыс (36-сурет) ұңғыдан шыққан бұрғылау ерітіндісі айналмалы превентор және реттелмелі штуцер арқылы жабық манифольдпен газ сепараторының қуысына тангенциальді кіргізіледі, ол жерде ағын жылдамдығы күрт төмендейді. Инерциялық және гравитациялық өрістер әсерінен ерітінді құрамынан газ бөлінеді де, сепаратордың жоғарғы бөлігіне жиналып, құбыр жолы (5) арқылы факельге бағытталады. Бос газдан тазартылған бұрғылау ерітіндісі сепаратордың төменгі бөлігіне жиналады да, шығару жолы (2) арқылы дірілдеуіш елекке беріледі.

Казіргі газ сепараторларының сыйымдылығы 1-4 $м^3$, 1,6 МПа қысымға есептелінген және ол айналым жүйесіндегі бірінші қабылдау қалбырының үстіне орнатылады. Бос газдан тазартылған бұрғылау ерітіндісі қалыпты жағдайда, дірілдеуіш елекке беріледі. Бірақ ерітінді құрамында улы газдар кездескен жағдайларда (мысалы күкіртті сутегі), ерітінді сепаратордан жабық құбыр жолы арқылы бірден газ айырғышқа беріледі. Мұндай жағдайларда шлам ерітінді толық газсыздандырылғаннан кейін тазартылады.

Бұрғылау ерітінділерін газдан айыруда екінші, кейде тек бірінші тазарту сатысы ретінде газ айырғыштар қолданылады. Олар қысым және камера мөлшері бойынша вакуумдық, атмосфералық, ал газдалынған ерітіндіні беру тәсілі бойынша гравитационды, эжекторлы, ортадан тепкіш түрлерге бөлінеді.

Ең кең қолдау тапқан түрі вакуумдық газ айырғыштар болды.



36-сурет. Газ сепараторының схемасы:
1-деңгей реттеуіш; 2-құю құбыры; 3-сепаратор; 4-манометр; 5-газ шығару құбыры; 6-сақтандыру клапаны; 7- тангенциальді құбыр; 8- қалқыма; 9- тау жыныстарының қатты бөлшектері; 10- ысырма, 11-эжектор; 12-тұндырғыш немесе дірілдеуіш елек

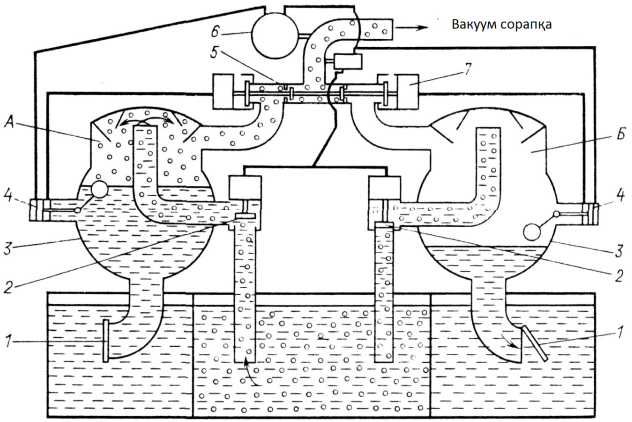
32. Вакуумдық газ айырғыш

Ұңғыларды бұрғылауда қолданылатын газ айырғыштардың кеңінен қолданылатын түрлері ДВС-11, ДВС-2 К. Шет елдерде "Свако" фирмасы шығаратын вакуумдық аппараттар кеңінен қолданылады.

Екі камералы ДВС-11 газ айырғышы (37-сурет) тіке екі газ айыру камераларынан тұрады (А, Б). Әр камера газдан тазартылған сұйықты жинау ыдысынан (3), қабылдау клапанынан (1), сұйық деңгейін реттеуіш қалқымадан (4) және құю клапанынан (1) тұрады. Екі камераның да қалқыма реттеуіші қосарланған клапан- разрядтауышпен (5) байланысқан. Газ айыру камералары жұмысқа алма кезек қосылады.

Газ айырғышты іске қосқан кезде қалқыма реттеуіш төменгі орнында тұрады да, разрядтауыш-клапан газ айыру камерасының біреуін (А) камера ішін сиретуші вакуум-сораппен қосады. Камера ішіндегі сиреу белгілі мәніне жеткенде қабылдау клапаны (2) ашылады да, газдалынған сұйық камера

ішіне сорылады. Сұйық камераның жоғарғы бөлігінде арнайы орнатылған табаққа соғылып, газдан босатылады. Газ камерадан вакуум-сорап арқылы сорылады, ал газсыздандырылған сұйық жинағышқа жиналады. Сұйық деңгейі шектік мәніне жеткен кезде қалқыма реттеуіш (4) разрядтауыш-клапанға (5) әсер етіп, ол вакуум-сорапты екінші камерамен (Б), ал бірінші камераны (А) атмосферамен қосады. Нәтижесінде бірінші камерадағы қысым атмосферамен теңесіп, құю клапаны (1) ашылады да, газсыздандырылған сұйық камерадан шығарылады. Бұл кезде екінші камерада сору және газдан айыру процесі жүреді.



37-сурет. Екі камералы газ айырғыш схемасы:
1,2 - құю және қабылдау клапандары; 3- газсыздандырылған сұйықты жинауыш; 4- қалқымалы деңгей реттеуіш; 5-разрядтауыш-клапан; 6- ресивер; 7- вакуумды реттеуіш

ТАМПОНАЖДЫҚ ЕРІТІНДІЛЕР

33. Ұңғыларда айыру жұмыстарына арналған тампонаждық материалдардың арналуы және олардың жіктелуі

Ұңғыларды бұрғылау кезінде қолданылатын тампонаждық материалдардың мақсаты мен әдістері өте көп болғандықтан, оларға қойылатын талаптар да әр түрлі. Ол талаптар ұңғы құрылысының тау-геологиялық шарттарымен анықталады, ал бұл шарттар тереңдіктің өсуімен және бұрғылау технологиясының жетілдірілуімен үздіксіз қиындай түседі. Сондықтан тампонаждық материалдарға басты талап – олардың қасиеттерін кеңінен реттеу мүмкіндігі. Ұңғыларда айыру жұмыстарын сапалы жүргізу үшін тампонаждық материал құрамының нақты жағдайларға байланысты қодану керек.

Тампонаждық материалдардың таңдалуына әсер ететін ең маңызды факторларға ұңғыдағы температураны, тампонаждың ерітінді орналасқан тереңдіктің жоғарғы және төменгі белгілері арасындағы температура ауытқуын жатқызуға болады.

Қоршаған орта температурасы тампонаждың материал түрін (портландцемент, сазбалшықты цемент, шлак цементі және т.б.) таңдауға, ал температура ауытқуы ұңғының айырылу аралығының бүкіл бойында тампонаждық ерітіндінің ұстап қалуын қамтамасыз ететін құрал бөлшектерін таңдауға әсер етеді.

Тампонаждық жұмыстарды жүргізу технологиясына, сондай-ақ ұңғы оқпанында тастың қату үдерісіне де қысымның маңызы зор. Әдетте, қойнаудағы сұйықтар мен газдардың қысымы шартты гидростатикалық қысымға тең, оның мәні сұйыққа немесе газға қаныққан қабат тереңдігіне тең тұщы су бағанының биіктігінің қысымы алынады. Бірақ қысымы аномальді төмен және аномальді жоғары қабаттар да кездеседі (АТҚҚ және АЖҚҚ).

Тампонаждық жұмыстарды жүргізу немесе ұңғыларды пайдалану кезінде пайда болатын қысым АЖҚҚ-нан және тау-кен қысымынан да, тау жыныстарының беріктігінен де жоғары

болуы мүмкін. Қату үдерісіне және тампонаждық материалдарының ұзақ мерзімділігіне жеке қабаттар арасындағы қысым ауытқуы айтарлықтай әсер етеді, ал ол өз кезегінде тампонаждық материалдың тау жыныстарымен немесе шегендеу құбарларының байланысу бетінің бойымен қозғалуын тудырады. Сұйықтардың немесе газдардың беріктігі төмен тампонаждық материалдардан сүзгіленуі шайылуға (суффозия), ал берік тампонаждық тастың тоттануына әкеледі де, олардың ішіне еріген зиян құраушылардың еніп кетуін тудырады. Қатқан тампонаждық материалға температура ауытқыған кезде шегендеу тізбегінен статикалық күш түседі, сондай-ақ ұңғы оқпанының ішінде түрлі жұмыстар жүргізу кезінде динамикалық күштер, әсіресе шегендеу тізбегін кейбір перфорация (атқылау) әдістері кезінде көбірек әсер етеді. Тампонаждық материалдардың түрін және құрамын анықтайтын маңызды факторлардың бірі – қоршаған ортаның химиялық құрамы, әсіресе онда судың, жақсы еритін тұздардың және қышқыл газдардың болуы. Бұл тампонаждық материалдың ұзақ мерзімділігіне әсер ететін негізгі фактор.

Қазіргі уақытта тампонаждық материалдар ретінде қолданылатын минералдардың байланыстырушы заттар – ұнтақ түріндегі өнімдер, олар сумен немесе тұздардың сулы ерітінділерімен араласу кезінде қабатталмайтын суспензиялар түзіп, қатуға қабілетті болып келеді. Мұндай суспензиялардың қату табиғаты күрделі және әртүрлі. Олардың негізінде көбінесе ұнтақ бөлшектері арасындағы химиялық реакция жатыр. Суспензияның қатты фазасымен еріту сұйығы (суспензияның сұйық фазасы), ол төмендегі жағдайларға әкеледі:

- Сұйық фазасының қосылу химиялық реакциясы есебінен қатты фаза көлемінің айтарлықтай өсуі;
- Фазалардың бөліну бетінің ұлғаюымен жүретін қатты фаза дисперстілігінің жоғарылауы, ал ол өз кезегінде қатты фаза бөлшектері арасындағы байланыстар санының өсуіне, тіпті байланыс орындарында бөлшектердің бірігіп кетуіне әкеледі;
- Тампонаждық тастың жұқа кристалл құрылымының түзілуі.

Минералдық қоюландырушы заттарға, сондай-ақ сұйық немесе суда еритін материалдар жатады, олардың қату қабілеті басқа химиялық заттардың ерітінділерімен араласу кезінде байқалады. Мұндай заттардың ерітінділерінің қоспасында химиялық реакция жүріп, оның нәтижесінде жұқа дисперстік қатты шөгінді түседі.

Соңғы жылдары тампонаждық ретінде көбінесе органикалық полимериялық материалдар қолданылуда, олар органикалық байланыстырушы деп аталады.

Сұйық тәрізді жүйенің тампонаждық ерітіндінің қатуын қамтамасыз ететін химиялық заттар таза күйінде сирек қолданылады. Оларды инертті толтырғыш заттармен (ауырлатқыштармен, жеңілдететін қоспалармен, бітейтін немесе қатайтатын толтырғыштармен), немесе химиялық белсенді қоспалармен араластырады, яғни қатуды жылдамдату немесе бәсеңдету, қоршаған ортаның тоттандыру әсерін азайту мақсатында іске асырылады.

Тампонаждық ерітінділердің қатуын қамтамасыз ететін химиялық заттар базалық тампонаждық материалдар деп, ал тампонаждық ерітінділердің немесе пайда болатын тампонаждық тастың қасиеттерін реттеу үшін енгізілетін заттар қоспалар деп аталады. Қоспалары бар тампонаждық материалдар түрі өзгертілген немесе қоспалар деп аталады. Түр өзгертуші қоспаларды ұнтақ тәрізді тампонаждық материалға, қатыратын сұйыққа немесе дайындалған тампонаждық ерітіндіге енгізуге болады.

Тампонаждық материалдардың қолдану аймақтары:

- терең ұңғылардың шегендеу тізбектерінің құбыр сыртындағы кеңістігін айыру үшін;
- жуу сұйығының жұтылуын және су шығуларын болдырмау үшін;
- ұңғы оқпанының орнықтылығын ұстап тұру үшін;
- бөлу көпірлерін орнату, ұңғыларды консервациялау және жою үшін.

Тампонаждық материалдарды қолданудың температуралық шарттары: төмен температуралар үшін ($<15^0$C); қалыпты температуралар үшін ($15\div40^0$C); жоғары температуралар үшін

(40÷90^{0}С); өте жоғары температуралар үшін (90÷160^{0}С); аса жоғары температуралар үшін (>160^{0}С).

Дайындалатын ерітінділердің тығыздығы бойынша тампонаждық материалдар: қалыпты (1650÷1950 кг/м^3); жеңілдетілген (1400÷1700 кг/м^3); жеңіл (<1400 кг/м^3); ауырлатылған (1950÷2300 кг/м^3); ауыр (>2300 кг/м^3) болып бөлінеді.

Ерекше қасиеттері бойынша тампонаждық материалдар: жылдам ұстасатын, баяу ұстасатын, белгілі-бір орталарға тоттануға төзімді, ұлғаятын, бітейтін қасиеттері бар, аса қозғалғыштық қасиеті бар, аз су бөлетін, арматуралық талшықтары бар болып бөлінеді.

34. Минералдың қоюландыру заттары

Белгілі минералдық қоюландыру заттарының көпшілігін базалық тампонаждық материал ретінде қолдануға болады. Олардың ішіндегі маңыздылары: портландцемент, сазды топырақты және гипссазды-топырақты цементтер, гипс қоюландырғыш заттар, металлургиялық шлактар, гидротермалды қататын кальций-силикатты қоюландырғыш заттар, магнезиалды қоюландырғыш заттар, суда еритін силикат негізіндегі қоюландырғыш заттар, полимерлер негізіндегі органика-минералдық байланыстырушылар.

Тампонаждық цементтер келесі негізгі белгілері бойынша бөлінеді:

- заттың құрамы бойынша – портландцемент (қоспасыз); 20 % аспайтын минералдық қоспалары бар портландцементтер; 20-80 % минералдық қоспалары бар портландцементтер; саз-балшықты цементтер; клинкерсіз цементтер;
- қолдану температурасы бойынша – төменгі температураларға арналған (<15^{0}С); қалыпты температураларға арналған (15÷50^{0}С); шектен шықпайтын температураларға арналған (50÷100^{0}С); жоғары температураларға арналған (100÷150^{0}С); өте жоғары температураларға арналған (150÷250^{0}С); аса жоғары температураларға арналған (>250^{0}С); ауысып тұратын температураларға арналған;

- зиянды ортаға төтеп беруі бойынша – күкіртті орталарға төзімді; қышқыл (көмірқышқылды, күкіртсутекті) орталарға төзімді; магнезийлі орталарға төзімді; полиминералды орталарға төзімді;
- қату кезіндегі көлемдік өзіндік деформация мәні бойынша – ерекше талап қоймайтын; отырмайтын (3 тәулік қатудан кейін сызықтық деформация мәні 0,1 %-ға дейін болатын); ұлғаятын (3 тәулік қатудан кейін сызықтық деформация мәні 0,1 %-дан асатын).

Портландцемент белгілі-бір минералдық құрамнан тұратын ұнтақ зат болып келеді, ол әктастың, саздың және басқа тау жыныстарының күйдіріліп алынған қоспасын ұсақ майдалау арқылы алынады және сумен араласқан кезде суда және ауада қататын тұтқыр масса түзейді.

Өнеркәсіп бұрғылауда қолданатын портландцементтердің келесі түрлерін шығарады:

- маркалары 400, 500, 550 және 600 жалпы құрылысқа арналған портландцемент;
- маркалары 600, 700 және 800 беріктілігі жоғары, алит мөлшері көп, ұсақталуы майдалау және белсенді минералдық қоспалары көп емес (5%-ға дейін);
- тез қататын портландцемент, ол қатаюдың алғашқы мерзімінде беріктігінің жылдам өсуімен сипатталады (7 тәулікке дейін); маркалары 400, 500, 700 цементтері;
- сульфатқа төзімді портландцемент, ол клинкер құрамын қатаң сақтаумен ерекшеленеді (алит пен үш кальцийлі алюминаттың мөлшері шектеледі) және тоттануға, сульфатқа төзімді;
- алит мөлшері жоғары және үш кальцийлі алюминаттың есептік мөлшері шектеулі (10%-ға дейін) жолға төселінетін портландцемент, қоспа ретінде домналық шлагы бар;
- иілгіш портландцемент, иілгіштік қоспасы бар, яғни 0,1-0,4% мөлшерінде беттік белсенді заттары (тұтқырлықты төмендеткіштер) бар, бұл цементтер айтарлықтай жылжымалы суспензия түзейді, олардың қатаюы баяу жүреді;
- ұзақ сақтау барысында цемент түйірлерінің гидратациясын төмендететін қоспалары бар гидрофобты

портландцемент, гидрофобты қоспа ретінде олеин қышқылы, асидол, сабынды нафт 0,1-0,3% мөлшерінде қосылады;

- құмды портландцемент, кварц құмын (25-40%) портландцементтік клинкермен және гипспен қосып ұнтақтау арқылы алынады және гидротермалды жағдайларда температураға төзімділігімен сипатталады, бірақ седиментациялық тұрақтылығы нашар және баяу қатаяды;

- шлакты портландцемент, клинкер мен гипстен бөлек 30-60% мөлшерінде домналық грануланған шлагы бар, тұздар мен сульфаттарға тоттануға төзімді, төмен температураларда баяу байланысып қатаяды, жоғары температураларда құрылым түзу қарқындылығы айтарлықтай өседі;

- пуццоландық цемент, шөгінді (20-30%) немесе жанартаулық (25-40%) шығу тегі бар (опока, трепела, диатомит, глиеждер, яғни табиғи күйген саздар, пемзалар, жанартау шлактары, жанартау күлдері, туфтар, порфироидтар), оның төмен температурада қатаю қарқындылығы төмен, ал жоғары температураларда жылтам.

Сазбалшықты цемент – бірге балқитын өнімдерді майда үгіту немесе боксит пен әктасты балқыту арқылы алынатын тез қатаятын қоймалжың зат. Негізгі құраушыларының шамамен алынған мөлшері, %: сазбалшық – 40; кальций тотығы – 40; кремний тотығы – 10; темір оксиді – 10. Сазбалшық цементінен жасалған тастың беріктілігі жоғары және портландцементпен салыстырғанда су өткізбеушілігі жоғары. Сазбалшықты цементті ұңғыларды бекітуге қолдану шектелген, себебі оларға жоғары температура кері әсер етеді. Соған байланысты оларды 20-25ºС температураларында қолдану керек. Бұл цемент күкіртсутегілік агрессияға қарсылығы жоғары қоймалжың тампонаждық материал болып табылады.

Гипсті саз балшықты цемент жоғары сазбалшықты шлакты және қос сулы гипсті 3:1 мөлшерінде алып бірге үгітуден алынған өнім болып табылады. Тампонаждық ерітіндінің 22ºС-де алынған болжамды көрсеткіштері (құбыр суымен қатаятын цемент үшін):

Су цементтік қатынасы	0,5
АзНИИ конусы бойымен ағуы, см	22
Ұстасуының басталуы, сағ	1,0

Ұстасуының аяқталуы, сағ 1,5

Тастың сығымдау кезіндегі беріктігі 48 сағ.кейін, МПа 18

Мұнай және газ ұңғыларын бекіту кезінде көбінесе тампонаждық портландцемент пен гипсті саз балшықты цементтің (75-85%):(25-15%) қатынасындағы қоспасы жиі қолданылады. Мұндай жағдайларда су цементтік қатынас 0,45 және 22ºС температурада ұстасу басталуы 2,5-4 сағатқа кешеуілдейді, беріктілік көрсеткіштері тампонаждық цементтерге ұқсайды, ал үлгілердің ұлғаюы 2% жетеді. Температураны 40ºС-ге көтергенде ұстасу уақыты азаяды. Бұл цементтерден алынған тас тоттануға төзімділігінің жоғарылығымен ерекшеленеді. Гипсті саз балшықты цемент өнеркәсіптік масштабта Паший цемент зауытында шығарылады. Одан жасалған цемент тасы 60ºС дейін температурада сульфат агрессиясына төзімді, бірақ күкіртсутегі мен магний тұздарына төзімді емес.

Гипстік байланыстырушы (қоймалжың) заттар гипс тасын термиялық өңдеу арқылы алынады. Кальцийдің табиғи сульфаты – гипс, онда судың екі молекуласы бір сульфат молекуласына келеді $CaSO_4{:}2H_2O$. Қыздыру кезінде олар ыдырап, суын жоғалтып, жартылай гидрат $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ түзейді:

$2(CaSO_4 \cdot 2H_2O)=2(CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O)+3H_2O$

Құрылысқа арналған, қалыпқа арналған, төзімділігі жоғары және қатты күйдірілген гипс түрлері бар. Гипстің тығыздығы 2,6-2,75 г/см^3.

Егер гипстің жылулық өңделуі пештерде және ашық қазандарда 110-170^{0}С аралығында жүрсе, онда α-жартылай гидрат деп аталатын ұсақ кристалды өнім пайда болады. Кальций сульфат жартылай гидрат түрлендіруін иеленген индустриялық бұл өнімді құрылыстық гипс деп атайды. Егер жылулық өңдеу 115-200^{0}С температурада өтсе, онда β жартылай гидрат деп аталатын өнім түзіледі.

Судың иілгіш қамыр немесе жылжымалы суспензияның қоспасын алу үшін судың аз мөлшері керек, сондықтан қатқан тас кеуекті және мықтырақ болады. Құрылысқа арналған және беріктігі жоғары гипс – тез ұсталынатын және жылдам қататын

тұтқыр зат. Гипс суспензиясы 15 минут ішінде ұсталынады, ал соңғы мықтылығы бірнеше сағатқа созылады және құрлысқа арналған гипстің төзімділігі 5 МПа-ға дейін, ал ең төзімдісі 20 МПа-ға жетеді. Гипс суспензиясы жартылай гидрат пен судың бірігуінен екінші реттік кальций сульфаты түзілуі нәтижесінде қатаяды.

$2(CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O)+3H_2O=2(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$

Жасанды тас ине пішінді гипс дегидратының микроскопиялық кристалдарының ұштасуынан пайда болады. Кальций сульфатының салыстырмалы түрде жоғары ерігіштігінің нәтижесінде тұтқыр, қатайған гипсті заттар суда жұмсарады, сондықтан тұтқыр ауалы заттар қатарына жатады. Бұл кемшілікке қарамастан, олар ұңғыны цементтеуде қолданылады. Тампонаждық материал ретінде гипстің маңызды қасиеті – қату кезінде көлемінің ұлғаюы.

Тұтқыр гипсті материалдардың ұстау жылдамдығы 50^0С-қа дейін көтерілген кезде жоғарылайды, 80^0С-тан асса, гипсті құрылым ұсталмайды. Тұтқыр гипсті заттардың негізгі ерекшеліктеріне қоймаларда ұзақ сақтау нәтижесінде ескіруі және сулы жағдайда, әсіресе, минералды суларда мықтылығының қарқынды төмендеуі жатады.

35. Физика-химиялық гидратация процестері және тұтқыр минералды заттарды беріктендіру

Цемент клинкерінің құрамы мен қасиеттері

Тампонаждық портландцемент портландцементтің бір түрі – ең алдымен жоғары негізді кальций силикатынан тұратын, минералды бейорганикалық тұтқыр материал болып көрінеді. Оның және портландцементтің құрамына кіретін басқа жасанды минералдардың (алюминат, феррит, т.б) ерекше қасиеттерінің нәтижесінде портландцемент ұнтағы сумен араласуы нәтижесінде оңай қозғалатын және уақыт өте келе тас тәрізді қатты денеге айналатын суспензия концентрациясына айналады.

Портландцемент минералдары құрамында қатаң түрде сілтілік оксид – кальций оксиді (CaO) және қышқылдық оксидтер – SiO_2, Al_2O_3,Fe_2O_3 бар шикізат қоспасының жоғарғы температурада күйдірілуі нәтижесінде пайда болады.

Портландцемент түзілуінде кальций оксидінің көзі ретінде бор және әктас болып табылады, бірақ гипс және кальций оксидін күйдіру нәтижесінде қалыптасатын басқа да өндірістік қалдықтар да пайдаланылады.

Көп жағдайда қышқылдық оксидтердің көзі – балшықтар. Олардың құрамында заттардың қатынасына байланысты (кварц, карбонаттар)%: 40-60 SiO_2;10-20 Al_2O_3; 5-7 Fe_2O_3; 2-15 CaO.

Балшықтың орнына сарғыш топырақтар (лёсстар), тақтатастар, сазбалшықтар және де өндірістік қалдықтар ішінен маңызды орын алатын түйіршіктелген домна қалдықтары қолданылады. Олардың құрамы портландцемент құрамына жақын, бірақ оларда CaO мөлшері азырақ болады. Шикі қоспадағы портландцементті алу үшін әктас түріндегі 15-25% CaO қосса жеткілікті. Балшық компонентінің орнына, сонымен қатар, құрамы жағынан домна қалдықтарына қарағанда портландцементке жақындау, нефелиннен глиноземді алу кезіндегі қалдықтар – нефелинді шлам қолданылады.

Портландцементті өндіру кезінде қымбат шикізатқа құрамында 20%-дан көп балшықты қоспа бар кальцийдің табиғи карбонаты – мергельдер жатады. Кейбір мергельдердің портландцемент өндіруге қажетті қатынастағы құрамында кальций оксиді мен балшықты қосылыстар бар.

Алайда құрамында тек 2 компонент - әктастар мен балшықтар бар шикі қоспаны қолдану кезінде жоғары сапалы портландцемент алуға мүмкіндік бола бермейді. Қажетті қасиеттері бар портландцемент алу үшін, шикі қоспаға түзеткіш қоспалар қосады. Ол қоспаларға қышқылдық оксидтер - SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 жатады.

Шикізатты өңдеудің 2 әдісі бар – құрғақ және дымқыл. Құрғақ әдісте шикізаттың ылғалдылығы 1,5-2%-ға дейін жетеді, пневматикалық жолмен бірқалыпты қоспаға айналғанша және шарлы құрылымнан 100 мк өлшемге дейінгі ұнтақ пайда болғанша ұсақталады.

Құрғақ әдіспен шикі қоспаның күйдірілуі шахталы және айналатын пештерде жүргізіледі. Шахталы пештерге және конвейерлы кальцинаторларға қоспа жіберілуі алдында қоспа ұнтақталады.

Төзімді жылуалмастырғыштарда қоспа 900-1000^{0}С температураға дейін қыздырылады, одан кейін барып айналмалы пештерге түседі. Айналмалы пештердің ішінен отқа төзімді материалмен қапталған болатты цилиндрлерінің диаметрлері 2-ден 5 м-ге дейін, ал ұзындығы 30-дан 200 м-ге дейін жетеді. Цилиндр 3-5^0 бұрышпен орналасқан. Пеш 1 айн/мин жылдамдықпен айналады. Айналмалы пештердегі шикі қоспаның күйдірілуі 1400-1500^{0}С температурада жүзеге асады.

Күйдірілген материалдың жекелеп жылжуынан және пештің айналуынан өнім 10-30 мм өлшемдегі тығыз, ұсақ түрде болады.

Портландцементті клинкер деп аталатын пештен алынған жартылай өнім арнайы тоңазытқыштарда ауамен суытылады. Суытылғаннан кейін клинкерді соққылайды, содан кейін ұсақ ұнтаққа айналғанша ұнтақтайды.

Тампонажды цементті алу үшін клинкерді ұсақтау процесінде оған 3-6% гипс (ұстау жылдамдығын реттеу үшін) және 10-15% минералды қоспалар деп аталатын табиғи және жасанды материалдар қосады (металлургиялық қалдықтар, кварцты құм, трепелдер және т.б.). Бұл заттар портландцементтің кейбір қасиеттерін жақсартады және қымбат тұратын клинкерді үнемдеуге көмектеседі.

Дымқыл әдісте шикі материалдарды, суды бір уақытта қосу арқылы ұнтақтайды. Нәтижесінде шикі қоспа сығылған ауамен араласа алатын және сораптармен айдалатын қаймақ тәріздес консистенциялы пульпа сияқты болады. Бұл біртекті қоспа алу үшін жағымды шарттар болып табылады. Жақсы гомогенизирленген шикі қоспа алу мүмкіндігі дымқыл әдісте жоғары болады. Бұл әдістің кемшілігі – пульпа алу үшін буландыру кезінде жанармайдың қосымша шығыны боып табылады.

Дымқыл әдісте шикізат қоспасын күйдіру әр түрлі жылу алмастырғыш құрылғылармен қамтамасыздандырылған ұзын айналмалы пештерде жүзеге асырылады. Пештің ішіндегі қозғалыс шегінде шикізат қоспасы ыстық газдардың әсерінен ақырындап кептіріледі және жылытылады. 400-600^{0}С температурада балшықты компонент дегидратталады және

құрамындағы оксидтерге бөлінеді. Бұл реакциялардың барлығы жылу бөлінумен өтеді (шамамен 100 ккал 1 кг клинкерге), содан кейін күйдірілген материал жылдам 1300-1400^{0}С-қа дейін жылытылады. Бұл температурада ол бөліктеп (20-30%) ерітіледі. Түзілген қорытпа алюминат пен ферриттің негізгі бөлігіне, сонымен қатар кейбір бөліктері екікальций силикатына өтеді. Бұл қорытпада осы уақытқа дейін байланысы жоқ кальций оксиді араласады және одан үшкальцийлі силикат $3CaO \cdot SiO_2$ кристалданады. Бұл процесс барлық кальций оксиді байланысқанша жүреді. Осы жағдайда күйдірілген материалдың температурасы 1400-1500^{0}С-қа жетеді.

Кальций оксидінің кремнеземмен, темір оксидімен және алюминиймен реакциялары шикізат қоспасының ұсақталуы жіңішке болған сайын және қаншалықты гомогенизирленгеніне байланысты жылдам өтеді. Пайда болған клинкердің қасиеттеріне суыну жылдамдығы үлкен рөл атқарады. Жылдам суыну қорытпа бөлігінің кристалданып үлгермеуіне алып келеді және аталған клинкерлі әйнек күйінде қалады, ал түзілген минералдар химиялық жоғары белсенділігімен ерекшеленетін өздерінің жоғары температуралы формаларымен тіркеледі.

Жоғарыда көрсетілген негізгі 4 оксидтердің құрамында портландцемент клинкерінің мынадай мөлшерлері бар, %: 60-75 CaO; 17-25 SiO_2; 3-8 Al_2O_3; 2-6 Fe_2O_3.

Шикізаттан клинкерге түсетін және қоспа болып табылатын басқа оксидтердің құрамы келесі шектерге ауытқиды, %: 0,1-5,5 MgO; 0,5-1,3 K_2O+Na_2O; 0,3-1,0 SO_3; 0,2-0,5 TiO_2; 0,1-0,3 P_2O_5.

Клинкерлі минералдар деп аталатын жасанды портландцемент минералдарын түзе отырып күйдіру процесінде көрсетілген барлық оксидтер бір-бірімен келісімді түрде қатысады.

Үшкальцийлі силикат портландцемент клинкерінің маңызды минералы болып табылады (40-65% көлемде болады).

$3CaO \cdot SiO_2$ формуласына сәйкес таза үшкальцийлі силикаттың молекулалық массасы 228,30-ды және 73,7% CaO, 26,3% SiO_2 құрайды. Үшкальцийлі силикат табиғатта кездеспейді. Портландцементті клинкерден басқа, үшкальцийлі

силикат негізгі мартен қалдығының кристалдануының нәтижесінде пайда болады. Портландцемент клинкерінде түзілген үшкальцийлі силикаттың құрамында MgO, Al_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3 қоспалары бар, олардың құрамы $54CaO \cdot 16SiO_2 \cdot MgO \cdot Al_2O_3(Fe_2O_3)$ формуласымен берілуі мүмкін, яғни әрбір 18 молекулада 2 атом кремний магнийдің бір атомымен және алюминийдің (темірдің) 2 атомымен ауысқан. Үшкальцийлі силикаттың бұл әртүрлілігі алит деп аталады. Алит моноклинді жүйеде кристалданады. Портландцемент клинкерінің соңғы жағында өткен жарықта микроскоптан алит тікбұрыш және сыну қабілеті төмен 20-60 мк өлшемді гексагональді кристалл түрінде болады.

Екікальцийлі силикат ($2CaO \cdot SiO_2$). Молекулалық массасы 172,22, 65,1% CaO және 34,9% SiO_2 бар. Ол әр түрлі температураға төзімді 4 түрлі полиморфты формада белгілі - α, α', β және γ.

Портландцемент клинкеріндегі β формадағы (β-$2CaO \cdot SiO_2$) екікальцийлі силикат белит деп аталады. Оның 12-ден 35%-ға дейінгі портландцемент клинкерінде болуынан басқа, β-екікальцийлі силикат кейбір металлургиялық қалдықтарда және нефелинді шламдарда- нефелиннен глиноземді алатын өнімдерде кездеседі. Басқа клинкерлі минералдармен салыстырғанда химиялық белсенділігінің аз болуына байланысты ерекшелігі табиғатта ларнит минералы түрінде кездесетіні болып табылады.

Үшкальцийлі алюминат ($3CaO \cdot Al_2O_3$) клинкер минералдарының арасында белсендірек болып табылады, молекулалық массасы 270,18, 62,3% CaO және 37,7% Al_2O_3 бар. Қалыпты суынған портландцемент клинкерінде үшкальцийлі алюминат толық түрде кристалданбайды. Оның белгілі мөлшері клинкер әйнегінде қалады. Клинкердегі үшкальцийлі алюминат көлемі 15%-ға жетуі мүмкін.

Төрткальцийлі алюмоферрит ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) – темірі бар клинкерлі минерал. Молекулалық массасы $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ 485,94-ті құрайды, оксид мөлшері CaO – 46,1, Al_2O_3 – 21,0,Fe_2O_3 – 32,9. Портландцементтегі төрткальцийлі алюмоферриттің мөлшері 10-25% аралығында болады.

Бос кальций оксиді (CaO) минералдану процесінің толық аяқталмауының нәтижесінде клинкерде пайда болады. Бұған себеп шикізат қоспа компоненттерінің дұрыс емес қатынаста болуы, біртектілігінің жеткілікіз болуы және толық емес күйдіру болып табылады. Жоғары температурада күйдірілген бос кальций оксиді цементті сумен араластырудан кейін кальций гидроксидіне ($Ca(OH)_2$) айнала отырып, баяу гидраттанады (сумен қосылуы). Бұл реакция қатты фазаның көлемінің айтарлықтай үлкеюімен жүреді, ал уақыт өте келе ол цементті тастың маңызды күшіне жетуіне және иілгіштігін жоғалту кезеңіне сәйкес келеді. Нәтижесінде цементті таста көлемінің өлшенуінің біртексіздігі және жарылуды тудыратын маңызды ішкі күштер пайда болады. Бұдан құтылу үшін клинкерге бос кальций оксидін 1%-дан көп қоспауға тырысу қажет. Цементті ұзақ уақыт сақтау нәтижесінде бос кальций оксиді аса зиянды әсері жоқ $Ca(OH)_2$ және $CaCO_3$ тез отырып баяу сумен әрекеттеседі. Сондықтан клинкерді ұсақтаудың алдында 1 ай мерзімде қоймада сақтауды, ал цемент пайдаланудың алдында 2 апта мерзімде арнайы бункерлерде сақтауды қажет етеді.

Бос магний оксиді (MgO), бос CaO сияқты жоғары температурада күйдіріледі (периклаз), ол қатты фазаның көлемінің өсуімен қатайған цементті таста гидраттанады. Сол себепті магний оксиді портландцемент өндірісіндегі шикізатқа шектеулі түрде қосылады.

Қарапайым портландцемент құрамындағы MgO мөлшері 5%-дан аспауы керек.

Сілтілік оксидтер (Na_2O және K_2O) цементтік шикізат қоспасына негізінен балшықпен немесе балшықты минералдармен бірге келіп түседі. Негізгі бөлігі күйдірілген кезде ұшырылады, ал қалған бөлігі бірнеще байланыстардың құрамына кіреді. K_2O негізінен Na_2O-ға қарағанда бірнеше есе көп болады.

Сілтілік оксидтер, цементтік байланыс гидратациясы кезінде бөліне отырып, көптеген қоспалардың құрамында болатын белсенді кремнеземмен әрекеттесе алады. Бұл реакция қатайған цемент тасының шытынауына және кеңеюіне алып келеді. Бұдан басқа сілтілер ұстап алу процесін бұзады,

клинкердің жану процесін қиындатады. Осы себепке байланысты сілтілер клинкердің құрамындағы жағымсыз компонент болып табылады және оның мөлшерін 1%-дан асырмауға тырысу қажет.

Портландцемент клинкеріне шикізатпен және технологиялық процеспен бірге келіп түсетін басқа қоспалардың мөлшері шекті мөлшерден асып кетсе күйдіру кезіндегі минералдану процесіне әсер етеді. Көптеген жағдайда бұл зиянды болып табылады.

Әйнек тәріздес фаза клинкерде негізінен 5-12% болады. Оның құрамында кристалданбаған ферриттер, алюминаттар, екікальцийлі силикат, сілтілік байланыстар және магний оксидінің біраз бөлігі бар.

Минералогиялық құрамын есептеуде және оның нәтижесін қолдануда минералдардың шартты белгілері қолданылады: үшкальцийлі силикат ($3CaO \cdot SiO_2$) – C_3S, екікальцийлі силикат немесе ($2CaO \cdot SiO_2$) – C_2S немесе β - C_2S; үшкальцийлі алюминат ($3CaO \cdot Al_2O_3$)-C_3A; төрткальцийлі алюмоферрит ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) – C_4AF. С әрпі CaO-дегенді, S әрпі - SiO_2. А әрпі - Al_2O_3, SiO_2, F әрпі Fe_2O_3 білдіреді.

Клинкердің құрамы және портландцементтің қасиеттерінің арасындағы байланыстар

Цементті тастың жоғарғы төзімділігі кальций гидросиликатының ерекше қасиеттеріне байланысты екені белгілі. Цементті тастың қалған құрамдас бөліктері жанама рөл атқарады, ал көптеген жағдайларда тіпті зиянды рөл атқарады. Сондықтан, құрамында екікальцийлі (β – $2CaO \cdot SiO_2$) және үшкальцийлі ($3CaO \cdot SiO_2$) силикаттар бар цемент жақсы болып табылады. Бірақ өнеркәсіптік масштабта мұндай цементті алу өте қиын. Маңызды минерал – үшкальцийлі силикат – қорытпа сұйық фазаның кристалдану жолымен тез қалыптасады. Егер де материалдардың құрамында тек 2 оксид – CaO және SiO_2 болса, онда мұндай қоспаның еруі минерал тұрақсыз болатын 2000^0С-та жүретін еді. Шикізат қоспасында темір оксидінің (Fe_2O_3) және глиноземнің (Al_2O_3) болуы еру температурасын 1300^0С-қа дейін түсіреді және үшкальцийлі силикаттың жібу арқылы қалыптасуын мүмкін етеді.

Осыған сәйкес қалыптасқан үшкальцийлі алюминатты ($3CaO \cdot Al_2O_3$) және төрткальцийлі алюмоферритті ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) минерал – қалқыма деп атайды.

Жоғары гидратациялы белсенді минерал – силикаттардың ішінде үшкальцийлі силикатты атап өтуге болады. Бұл силикаттың болуы қатаюдың ерте кезеңінде (1 айға дейін) цементті тастың мықтылығын жылдам өсіреді. Екікальцийлі силикат, керісінше, портландцемент клинкеріндегі 4 негізгі минералдардың ішінде ең баяу қататын болып табылады. Бірақ оның болуы, әсіресе, жоғары температурада цементті тастың мерзімін ұзарту үшін керек. Бұл шарт бойынша екікальцийлі силикаттың гидратация жылдамдығы өте жоғары деңгейге дейін өседі және құрамында көп екікальцийлі силикат бар цемент те жоғары температурада төзімділігі жоғарылайды.

Портландцемент клинкерінің барлық минералдарының гидратация реакциялары жылудың айтарлықтай бөлінуімен қатар жүреді. Бұл қасиет ұңғының сорғыш аймағында цементті ерітіндінің көтерілуін электрохимиялық анықтауда қолданылады. Цементті тастың қатаюы кезінде жылу бөліну цементтегі белсенді минералдар – үшкальцийлі силикаттың және төрткальцийлі алюминаттың қанша болуына байланысты болады. Жоғары сапалы портландцемент клинкерінде минерал-силикаттар 75%, ал минерал-қалқымалар 25% мөлшерде болуы керек деп есептелінеді. Минерал-силикаттардың мөлшері 75%-дан асса, қиын күйдірілетін қоспа болады, ал минерал-қалқымалардың мөлшері 25%-дан асса, цементтің сапасы төмендейді, сонымен қатар күйдіру кезінде қоспаның жылдам еруі әсіренен технологиялық қиындықтар туындайды.

Клинкердің ұнтақталуы кезіндегі белсенді қоспалар

Портландцемент клинкерінің минералдарына су енгізу үшін оны өте ұсақ ұнтаққа дейін ұнтақтайды. Ұсақтау жіңішкелігі өте жоғары маңызға ие. Гидратация реакциясының жылдамдығы цементтің беттің суммарлық бөлігінің мөлшеріне байланысты. Цементті қаншалықты ұсақ ұнтақтаса, соншалықты беттің суммарлық бөлігі көп болады және тез қатаюды қамтамасыз ететін гидратация реакциясы жылдам жүреді. Бұл жерде беттің суммарлық бөлігі ғана емес, бөліктерді өлшем

бойынша анықтау да маңызды. Цементтегі тастың құрылымы мықты және төзімді болуы үшін оның құрамында өлшемі 1 мк-дан бастап одан да көп, 10-даған сикронға жететін ұсақ бөліктер болуы керек.

Сапасы жақсы цемент алу үшін клинкерлі ұсақтау жеткіліксіз. Қоспаны ұсақтау кезінде енгізу үлкен маңызға ие. 30% сумен араласқан таза клинкерлі цемент бірнеше минут ішінде ұсталына алады, бірақ пайда болған тастың төзімділігі жоғары болмайды. Ұстау жылдамдығын реттеу үшін цементке ұсақтау кезінде гипс қосады ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Аз ғана гипстің қосылуы су мөлшері аз (30%-дан төмен) цементті ерітіндінің ұсталынуын тежейді, бірақ 40% суы бар ерітінділердің ұсталынуы жылдамдайды. Цементке қосылатын гипс мөлшері клинкердің химия-минералогиялық құрамына байланысты және 5-6%-дан аспайды.

Портландцементтің құрамына оның түріне байланысты гипспен қатар басқа қоспалар да қосылады. Инертті қоспалар деп аталған – кварцты құм, әктас – қымбат тұратын клинкерді үнемдеу үшін портландцементке арналған, цементтің сапасын 10%-ға дейін енгізу цементтің сапасын төмендетпейді. Бірақ анықталған шарттарда, мысалы, жоғары температурада, қоспалардың көбісі цементті тастың қасиеттерін жоғарылата отырып клинкерлі минералдармен әрекеттесе алады.

Тампонажды портландцементтің құрамына белсенді қоспалар

Минералды белсенді қоспалар құрамында портландцемент қатаюы кезінде ерекшеленетін ұсақталған күйде химиялық кальций гидроксидін байланыстыра алатын табиғи және жасанды материалдар бар.

Портландцементке қоспа ретінде қолданылатын кварцты құм құрамында 90%-дан кем емес кремноқышқылдар болуы керек. Ұсақ фракциялар (0,05 мм-ден аз) құрамы 5%-дан аспауы керек. Портландцементке қоспа ретінде коксты доменді қалқыма ұсақталған қалдықтар қолданылады.

Шөгінді шығулардың белсенді минералды қоспаларына микроскопиялық диатомдық панцирлерден құралған бос таулы жыныстар – диатомиттер, сонымен қатар глиеж – жер асты

өрттерінің нәтижесінде күйдірілген балшықты жыныстар жатады.

Жанартаулық шығулардың белсенді минералды қоспалар тобына күл (бос алюмосиликатты жыныстар), туфтар (оралған күл), витрофирлер (жанартаулық әйнек), пемза (қатпарланған жанартаулық әйнек), трассалар (метаморфталған жанартаулық туфтар).

Жасанды шығулардың қоспа қатарына қалдықтардан басқа белитті (нефелинді) шлам – нефелинді қоспалардан жасалған глиноземнің қалдығы және кейбір қатты жанармай түрлерін сығымдау кезінде күл күйінде алынған зола-укос жатады. Қарапайым портландцемент құрамындағы белсенді минералды қоспалардың мөлшері 15%-дан аспайды, бірақ пуццоланды портландцемент сияқты арнайы цемент құрамында 45%-ға дейін жетеді. Қалдықты портландцемент құрамында қалдық мөлшері 70%-ға дейін жетеді. Сақтау кезінде цемент қасиеттерін сақтау үшін оған органикалық гидрофобизириялық заттар қосады.

Цементті тастың құрылымдық қалыптасу кинетикасы

Портландцементтің сумен араласуы кезінде клинкер минералдары химиялық белсенділік танытады, соның нәтижесінде гидратация өнімдері деп аталатын сулы заттар қалыптасады. Бұл заттардың қасиеттері, сонымен қатар, процесс ерекшеліктері цементті ерітіндінің қатты денеге – жасанды тасқа айналуына алып келеді.

Кальций силикатының гидратациясы. Портландцемент клинкерінің құрамына кіретін силикат гидратация кезінде кальций гидросиликаты және кальций гидрооксиді түзіледі.

Үшкальцийлі және екікальцийлі силикат гидратация реакциясының жалпы түрі мына түрде болады.

$3CaO \cdot SiO_2+(3+y-x)H_2O=(3-x)\ Ca(OH)_2+xCaO \cdot SiO_2 \cdot yH_2O;$

$2CaO \cdot SiO_2+(2+y-x)H_2O=(2-x)\ Ca(OH)_2+xCaO \cdot SiO_2 \cdot yH_2O;$

х және у мәндері, яғни гидросиликат құрамы және бөлінген кальций гидрооксидінің саны реакция жүретін шарттарға байланысты болады.

Гидратация нәтижесінде бөлме температурасында екі минералдан да – алиттен де, белиттен де х=1,5 у=1,5 болатын гидросиликат түзіледі. Екі гидросиликат та ұқсас кристалдық құрылымға ие және тоберморитті гидросиликаттар (тоберморит

деп аталатын табиғи минерал) тобына жатады. Тоберморитті гидросиликат құрлымы қалыптасу үшін монтмориллонит құрылымға ұқсас қабатты құрылым керек. Гидросиликат құрылымы үшін бөліктердің беті үлкен болуы керек, 1г зат үшін 300-400м^2.

Температураның 100^{0}С-қа дейін көтерілуі кезінде жоғары белсенділіктегі x=1,1,75 тоберморитті гидросиликат түзіледі. Жоғарғы температурада тоберморитті гидросиликат орнынан екі негізді гидросиликаттар түзіледі, оның түзілуі тастың төзімділігінің төмендеуін тудырады және оның кристалдарының призматикалық қалыбымен байланысты газ немесе су өткізгіштігін көтереді.

Алюминаттың және кальций ферритінің гидратациясы. Үшкальцийлі алюминаттың 25-30^{0}С-тан төмен темпераратурада гидратациясы төрткальцийлі гидроалюминаттың түзілуімен қатар жүреді ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 14H_2O$). Температураның жоғарылауы кезінде бұл гидроалюминат үшкальцийлі алтысулы гидроалюминатқа айналады ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$).

Цементтегі ұстап тұруды реттеу үшін қосылатын гипс 50-70^{0}С-тан төмен температура кезінде кальций гидросульфатына – эттрингитке айналады. ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 31H_2O$). Температура көтерілсе, бұл минерал бірсульфатты қалыптағы кальций гидросульфоалюминатына - $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$ айналады, ал 100^{0}С-тан жоғары температурада кальций гидросульфоалюминатының кальций сульфатына және үшкальцийлі алтысулы гидроалюминатына айналуы бақыланады.

Портландцемент клинкерінің ферритті фазасы төрткальцийлі гидроалюминаттың ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 14H_2O$) және төрткальцийлі гидроферриттің ($4CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot H_2O$) түзілуімен гидраттанады. Гипстің болуымен ферритті фазаның гидратация өнімдері ретінде гидросульфоалюминат және кальций гидросульфоферит болып табылады.

Гидроферриттің және гидросульфоферриттің құрылымы және қасиеттеріне қарай өздеріне сәйкес алюминат пен қатты ерітінділерге сәйкес келеді.

Портландцемент және кейбір маңызды арнайы тампонажды цементтердің негізінде ерітінділердің қатаюы нәтижесінде

түзілген цементті тастың құрамында кездесетін химиялық байланыстардың құрамы мен қасиеттері арнайы кестелер мен анықтамалықтарда келтіріледі.

Цементті тастың ұсталыну және қатаю процестерінің табиғаты

Портландцементтің ұсталынуы және қатаю процестерінің табиғаты өте қиын және қазіргі уақытта әлі толық анықталған жоқ. Сұйық цементті ерітіндінің қатты жағдайға өтуін түсіндіретін 2 негізгі жорамал бар. Ле-Шателье ұсынған кристалдану гипотезасы бойынша, сұйық цементті ерітіндінің ұсталыну және қатаю қабілеттерін олардың сумен байланысына қарағанда портландцемент клинкерінің үлкен ерігіштікке ие екендігін көрсетеді. Бұл болжам бойынша цементтің сумен қатаюы кезінде портландцемент клинкерінің минералдары жылдам ериді. Сулы ерітіндіде олардың гидратация жүреді және олар сулы байланыстарға – гидросиликаттарға, гидроалюминаттарға айналады. Нәтижесінде суда бұл байланыстардың қаныққан ерітіндісі пайда болады және көбінесе лента немесе ине тәріздес, кішкентай кристалл тәрізді болып келеді. Бұл кристалдар өзара байланысады, ал байланысу әсеріне кристалдық тор түзе отырып өседі. Кристалдардың арасы цемент гидратациясы кезінде араласқан өнім күйіндегі, сонымен қатар қатаю кезіндегі ауамен байланысты сумен толған.

Михаэлистің коллоидты-химиялық болжамы бойынша портландцемент минералдары ерітіндіден шықпай, сумен байланысу жолымен қатты күйде гидраттанады. Портландцемент өнімі көлемі шамамен берілген гидратталмаған бөліктен 2 есе үлкен гелденген гидратация өнімдерінің қабықтарымен қапталған.

Ұстау процесі туралы бұл болжамдардан басқа табиғатты цементті қоспаның қатаюы туралы сулы-цементті (С/Ц) байланыс маңызды орынға ие. Ол қату процесінің жүруімен тікелей байланысты – цементті суспензиялар қатаймайды. Шарттардың қалыптасу қажеттігі А-ның мәнінен кіші болуы керек, С/Ц шектелген мағынасын анықтайды, олай болмаса бұл реакция түрінде шарттар орындалмайды және жүйе қатпайды.

Одан басқа цементтің гидратациясы және оның жылжуы үшін судың минималды мөлшерін қамтамасыз ететін С/Ц мәні Б-ның кейбір мәнінен үлкен болу керек. (Б <С/Ц <<А)/(С/Ц <<А) – мазасыздану орындалу шарты. С/Ц >Б – технологиялық шарт.

Бірінші жағдай бойынша клинкер минералдарының гидратациясы қатаюдың ерте кезеңінде (1-ден ЦҚК аяқталуына дейін) келесі түрде жүруі мүмкін. 1 с кейін өнім қатаюынан кейін ол жеткілікті түрде ылғалданбайды. 10с кейін реакцияға гипс және C_3A түседі. 0,5-тен 4 мин аралығында сульфатты ион (SO_4) алюминий оксидіне ауысады да, онымен әрекеттесіп, C_3A реакциясын тежейтін үлбір түзеді.

Қатаюдан кейінгі 1сағ кейін барлық гипс араласады, алюминий оксидінің реакциясы алюминий оксиді қабыршағымен тежеледі де, C_3S және β-C_2S-пен әрекеттеседі. C_3SH, C_2SH және басқа да күрделі гидраттар түзеді. Цементті гельдің аймағының жылдам өсуі байқалады.

Қатаюдан кейінгі 1-ден 12 сағ аралығында C_3A жылдам гидраттанады. Гидросиликат кристалдары және $Ca(OH)_2$ өседі. Цементтің бастапқы аймағында салыстырғанда 1000 есе өседі.

24 сағ кейін үлкен кристалдар $Ca(OH)_2$ псевдоморфты күйге, яғни, қалпын сақтай отырып басқа минералға ауысады. Каппиллярлы тесіктерде судың біраз бөлігі ұсталынып гидросиликаттар өседі. Судың қалған молекулалары кристалдық күшпен байланысады.

Бұрынғы гидратация және рекристаллизация процестерінің нәтижесінде мықты цементті тас пайда болады.

36. Арнайы белгіленген тампонажды материалдар. Жылуға төзімді тампонажды цементтер

Тампонажды цементтің жылу төзімділігінің басты шарты – түзілген цементті тастың төменгі өткізгіштігін және жоғарғы төзімділігін алу үшін жақсы құрылымдық қасиеттерге ие термодинамикалық байланыстарды қатаю кезінде қалыптастыру, жақсы құрылымдық қасиеттер жоғары дәрежелі дисперсті және анизотропты қалыптағы кристалдық қалыптасуларға ие.

Цементті тастың қалыптасқан қайта кристалдануының әрбір процестері оның беріктігін жоғалтуымен жүретіндіктен, төзімді байланыстар қатаюдың бастапқы кезінде жүруі керек.

Сондықтан жылуға төзімді цементтің құрамын таңдауда төменгі негізді гидросиликаттарды, тоберморит және оған ұқсайтын ксонотлит, гиролит, трускотитті алу ұсынылады. Сол үшін жоғары силикатты заттарға кремний оксидін қосады.

Егер ұңғыда температура 120^0С-тан көп болса, портландцемент қоспасына әр түрлі кремний оксидтерін қосады.

Жоғарғы температурада төзімді цементті алудың қосымша шарттары – қолдану шарттарына сәйкес келетін заттық құрамды және компоненттердің физикалық жағдайын таңдау, гидратты қалыптасулардың төзімділігі жоғары болу үшін қоспалардың химиялық белсенділігін жоғары етіп, химиялық белсенділігі жоғары немесе заттық құрамына, физикалық жағдайына қарап қоспа компоненттерін таңдау керек. Бұл жағдайда құрылымның тұрақтылығы жоғары болады. Көбінесе тұрақтылық және соңғы төзімділігі қатаюдың алғашқы тәулігінде 300^0С-та аралық фазалармен бақыланады және қоспаға ұсақ кварцты құмдарды қосқан кездегі қатаюмен бақыланады.

Цементті-кремнеземді қоспалар. Жылуға төзімді тампонажды цементті алғаш рет қарапайым тампонажды цементке ұсақталған кварцты құмды қосу арқылы алады. Осы уақытқа дейін АҚШ-та цементті құмды қоспалар – жылуға төзімді цемент. Ұсақталған кварцты құмды цементпен 1:3-тен 1:1 қатынасына дейін араластыру ұсынылады. Ұсақталған кварцты құм – цементтің көптеген түрлерімен сәйкес келетін және цементті қоспаның басқа қасиеттеріне әсерін тигізбейтін қоспа. Өзгермейтін сулы жағдайда және цемент гидратация өнімдерінің кварцпен жылдам химиялық әрекеттесуі кезінде седиментациялық тұрақтылықты сақтау үшін құмның жоғары дәрежелі дисперстілігі қажет.

Жоғары емес температурадағы цементті-құмды қоспалар цементті ерітіндінің қатаюымен және ұсталынуымен салыстыруымен сипатталады. Жоғары температурада қоспасыз портландцемент ерітіндісімен салыстырғандағы аздаған қатаюдың баяулауымен бақыланады.

АҚШ-та ұсақталған құм цементке қоспа дайындалуы кезінде қосылады. Ресейде заводтық шарттарда құрамында 30-40% кварцты құм бар тампонажды құмды портландцемент дайындайды. Тампонажды цементті қолдау шарттарына арналған ұзақ гидротермальді әсерлер кварцты құмды ұсақтамай пайдалануды мүмкін етеді. Оның химиялық реакцияға толық түспейтініне қарамастан, жоғары жылдамдығы жоғары температурада ұсақталған құммен салыстырғанда жылу төзімділігінің артуын қамтамасыз етеді. Ұсақталмаған кварцты құм қосылған қоспаның ерекшелігі – седиментациялы тұрақсыздығы. Пластификаторлар қосқанда құм түсуі қаупі туындайды.

Құм-шлакты цемент. Жоғары температурада портландцемент гидратациясының жылдамдығы жоғары болады және жылдамдық тежегіштерді талап етеді, сондықтан белсенділігі төмен тұтқыр заттарды іздеу баяу ұсталынатын тампонажды цементті алуды көздеді. Ұңғыны цементтеу үшін қолданылатын белсенді емес тұтқыр заттар ретінде Ресейде көбінесе доменді шлактар, ал АҚШ-та әктасты-пуццоланды тұтқыр заттар қолданылады.

Доменді шлактар құрамында портландцемент клинкеріндегі сияқты оксидтер бар. Бірақ олардың құрамында кальций оксиді азырақ және кремний мен алюминий оксидтері көбірек. Егер шлак жылдам суыса, онда әйнек күйінде қата береді. Бұл жағдайда гидратациялық белсенділік артады. Түйіршіктелген доменді шлактар суда қатаюы кезінде және химиялық қоздырғыштарды (кальций оксиді, портландцемент, сульфаттар) енгізу кезінде баяу қата алады. Шлактардың гидратациялы белсенділігі температура артуы кезінде жоғарылайды. Бұл жағдайда қатаю кристалданған шлактар да бола алады. Бұл қабілет баяу ұсталынатын және жылуға төзімді тампонажды цемент алу негізінде ұсақталған доменді шлактар алу үшін қолданылады. Ұсақталған шлактардың суспензиясының ұсталыну жылдамдығы портландцементке қарағанда азырақ, бірақ кварцты, әсіресе, ұнтақталған құммен араластыру кезінде ұсталыну баяулайды. Шлакты қоспалардың қасиеттерін зерттей келе, жоғары температура (100^0С-тан жоғары) кезінде екі тәулікте портландцемент қоспаларына

қарағанда мықты цементті тас түзетіні анықталған. Одан да жоғары температура кезінде жылуға төзімді болып тек қана шлакоқұмды цемент болып табылады. Шлакты негіздегі қоспалардың жағымсыз қасиеті – портландцемент қоспасының азырақ болуы кезінде жылдам қату.

Белитті-кремнеземді цемент. Шлакоқұмды цементтің қасиеттерінің тұрақсыздығы оның минералдық құрамының әртүрлілігімен байланысты. Белсенділігі аз тұтқыр заттардың құрамы да күрделі болады. Олар қатарына негізінен $2CaO \cdot SiO_2$-ден тұратын нефелинді шламдар (нефелинді жыныстардан глиноземді алған кездегі қалдық) жатады. Бұл кальций силикаты – портландцемент клинкерінің компоненттерінің бірі болып табылады, ол жоғары температурада баяу қатаюымен және гидротермальді шарттарда қатаюының жылдамдауымен ерекшеленеді. С.М.Рояк, А.М.Дмитриев белитті-кремнеземді цемент (БКЦ) деп атаған тампонаждық цемент болып табылатын нефелинді шлам қоспасын пайдалануды ұсынды. БКЦ 3:1-ден 1:1-ге дейін қатынасындағы нефелинді шлам және кварц бар. Шлакоқұмды цементтен айырмашылығы жоғарғы температурада ұстап алудың баяулығы болып есептелінеді. Жоғары жылу төзімділік, құрамы мен қасиеттерінің тұрақтылығы, химиялық өңдеу кезіндегі жағымды реакциясы жоғары температуралы ұңғылар үшін БКЦ-ны жақсы цемент қатарына жатқызады. Нефелинді шлам ферроқорытпа өндірісінің 70-80% γ-$2CaO \cdot SiO_2$-дан тұратын өздігінен ұсақталатын шлагына ауыстырылған БКЦ-ның әр түрлері кездеседі. Бұл шлактарды салқындату кезінде алдымен β-$2CaO \cdot SiO_2$ кристалданады, бірақ баяу салқындату кезінде ол γ-қалыпқа өтеді. Ол кристалды фазаның меншікті көлемінің ұлғаюымен және феррошаң деп аталатын шлактың өздігінен ұсақ порошок болып ұнтақталуымен түсіндіріледі.

γ –қалыптағы екікальцийлі силикат қарапайым жер қыртысындағы температурада сумен өте баяу әрекеттеседі, бірақ жоғары температурада (120^0С-тан жоғары) оның сулы суспензиясы жылдам ұстау қабілетіне ие болады, ал 30-50% құмның қосылуы цементті тасты жоғары жылу төзімді етеді.

Әктасты-кремнеземді цементтер. Кальций гидроксидінің кремний оксидімен әрекеттесуі кезінде кальций гидросиликаты түзіледі: $nCa(OH)_2+SiO_2+mH_2O=nCaO\cdot SiO_2\cdot mH_2O$.

40^0С-тан төмен температурада $Ca(OH)_3$ және SiO_2 гиросиликаттарының синтез реакциялары өте баяу жүреді, тіпті егер кремний оксидін жоғары белсенді диатомит немесе силикагель қалыпта алса да. Ұстау және қатаю жылдамдатқыштарын қосу да нәтижесіз. 40-80^0С аралығындағы температурада диатомит қосылған сөндірілмеген әктасты, трепелдерді немесе күл тәріздес тасты көмірлерді қолдану ұсынылады. Бұл жағдайда суы көп седиментациялы-тұрақты суспензияларды, жылдам қататын, бірақ ұстап алуды тежеуге қажетті натрий фторидін, кальцийді, алюминийді алуға болады. Нәтижелі тежегіштер болып фосфор, бор қышқылы тұздары болып табылады. Кристалдық кремнезем және әктас суспензиялары 120^0С-тан жоғары температурада тез қатады. Бұл жағдайда температура 120^0С-тан асса әктасты-кремнеземді тампонажды ерітінділердің төзімділігі және өткізгіштігі төмендейді. Сондықтан бұл минералдардың қолданылу аймағы 40-тан 120^0С аралығында болуы керек. 1600-1700 кг/м^3 тығыздықтағы және С/Ц=0,55-0,6 болғандағы әктасты-күлді қоспаларды қолдану кезінде пайда болған тастың тұрақтылығы осындай тығыздықтағы тампонажды қоспалардың тастарынан қарағанда жоғары болады.

Ұлғаятын тампонажды цементтер

Цементті тас тампонажды жұмыстарға қолайсыз шөгу деформациясына ұшырайды. Сондықтан әр түрлі тампонажды цементтерге қату кезіндегі ұлғаю қасиетін беру қажет. Ескеруге маңызды жағдай, тампонажды цементтің ұлғаю көлемі салыстырмалы түрде жоғары болуы керек, мысалы құрылысқа арналған цементтен қарағанда. Ұңғы конструкциясында цементті тастың көлденең қимасы салыстырмалы түрде үлкен емес. Кеуекті тау жыныстарында және қопсыған тау жыныстарымен байланысқанда жуу сұйығының сүзгіш қабыршағының тиімді тығыздалуы үшін тастың ұлғаю шамасы цемент тасы қалыңдығы мен сүзгіш қабыршағының қатынасына тәуелді.

Цементті тас кеуекті дене болып табылады. Мұндай цементтік тастың ұлғаюы өзіндік кернеу әсерінен құрылымның дефомацияlануына әкелуі мүмкін. Егер жеткілікті аз көлемде және дезориентирленген болса, онда ұлғаю деп аталатын цементті тастың құрылымды элементтердің барлық бағытта бірқалыпты қозғалуы болады.

Кернеудің пайда болуы және оны реттеп отыру ұлғайтылған цементті тастарды алудың қиындығы болып табылады. Өзіндік кернеулер цементті тастың қасиеттерін бұзбай ұлғайту үшін соңғысы қатайғаннан кейін қалпына келе алатын пластикалық деформацияға ұшырай алуы керек. Тұтқыр заттың гидратация деңгейіне қарап құрылымдық байланыстардың саны мен төзімділігі артады және бір уақытта төмендейді. Осы уақытта ұлғаю қысымы құрылымның төзімділігіне байланысты: цементті тастың мықтылығы көп болған сайын, қысым да жоғары болады.

Осы жағдайда, яғни, цементті тастың құрылымы жоғары төзімді және аз иілгіш болса, онда ол маңызды емес ұлғаюларды қабылдай алады, бірақ бұл арқылы қоршаған ортаға үлкен қысым көрсетуі керек. Керісінше, цементті тастың құрылымы төзімді емес және иілгіш болса (қатаюдың бастапқы кезеңінде), ұлғаюдың үлкен өлшемін ғана қабылдап қоймай, ұлғаю кезінде болатын кішкентай жарылулар кезіндегі өзін-өзі емдеуге де қабілетті болады. Бұдан байқайтынымыз, жоғары емес қысымда ұлғаю цементті тастың қатаюының бастапқы анықталған кезеңінде болуы мүмкін.

Цементті тасқа ұлғаю қасиеттерін берудің 2 әдісі бар. Бірінші әдісте цементті қоспа құрамына өзара және газды өнімдермен әрекеттесу кезіндегі пайда болған заттарды қосуға болады. Реакция кезіндегі газ көлемін үлкейту газ көпіршіктерін ұлғайтуға және өздік кернеудің туындауына алып келеді. Бұл әдіс беті қатаятын цементтер үшін қолданылады, бірақ үлкен тереңдіктердегі тампонажды қоспаларда қолданғанда гидравликалық қысым пайда болады.

Екінші әдіске өзара және цементті қоспаның басқа заттарымен әрекеттескенде кристалды өнім түзетін заттар кіреді. Цемент тасының кеуектерінде бұл заттар кристалдарының өсуі

кристаллизациялық қысымнан болған өзіндік кернеудің туындауына себепші болады. Қатаюдың ерте кезеңінде цементті тасқа ашық кеуектілік тән, сондықтан гидравликалық қысым орта деформациясына және ұлғаюға әсер етпейді.

Құрылысқа арналған ұлғаятын цементтерде үшсульфатты қалыптағы (эттрингит) кальций гидросульфоалюминатының қалыптасуы кезіндегі кристалданған қысым қолданылады. Бұл цементтерде ұлғайтқыш қоспа болып гипс (гипсоглиноземді цемент), жоғары глиноземді шлак бар гипс қоспасы, кальций алюминатынан арнайы дайындалған гипс қоспасы, арнайы сусыз дайындалған кальций сульфоалюминаты болып табылады.

Тампонажды цемент алу үшін эттрингит қалыптасу реакциясы қиындайды, себебі олар төменгі жылу қабілеттілікке ие ($\leq 100^0$C) және тез қатып қалады.

Тампонажды цементке оксид негізіндегі ұлғайтқыш қоспалар айтарлықтай сәйкес келеді. Олар оксидтердің гидратациялануы кезінде қиын еритін гидроксидтердің кристалдану нәтижесінде кристалдық қысым береді. Оксидтермен туындайтын ұлғаю цемент тасы беріктігінің төмендеуімен және сызат пайда болуымен түсіндіріледі. Бірақ оксидтер гидратациясының қарапайым молекулалық реакциясы оңай реттеуге ұшырайды және оның жылдамдығын цементті тастың қатаюының керек кезеңінде тоқтайтындай етіп таңдауға болады. Кальций және магний оксидтерінің гидратациясы жылдамдығы алынған карбонат пен дисперстіліктегі (ұсақтау дәрежесі) күйдіру температурасына сәйкес бақыланып отырады.

Осылайша, үлкен көлемге ұлғаятын және ұлғаюға қажетті қысымы жеткілікті ұлғаятын тампонаждық цементті алу мәселесі ұлғайтатын қоспаларды таңдаумен байланысты. Әсер ету жылдамдығы негізгі тампонаждық материалдың қатаю жылдамдығымен сәйкес келуі тиіс. Бұл жердегі туындайтын қиындық әр түрлі температурада қолданылатын тампонажды цементтер бұл шарттарда құрылым қалыптасуының әр түрлі жылдамдықтарына ие болатыны болып табылады. Осы температурада негізгі тампонажды материалдардың иілгіштік кезеңінде үлкен кеңею дәрежесін бере алатын қоспаларды

таңдау қажеттілігі ұсынылады. Бұл жағдайда тампонажды материалдың басқа технологиялық қасиеттері сақталуы керек.

Ұлғаятын тампонаждық цементтердің құрамы. Құрылыстық практикада сульфоалюминатты негізде ұлғаятын цементтердің әр түрлері қолданылады. Су өткізбейтін ұлғаятын цементпен (СҰЦ) және кернеулі цемент (КЦ) анықталған. СҰЦ балшықты цементтің ұсақтары (68-71%), жартылай сулы гиптан (20-22%) және кальцийдің жоғарғы негізді гидроалюминат $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 13H_2O$ (10-11%) және жақсылап араластыру жолымен дайындалады.

Балшық цементпен гидратты майдың ерекше араласқан өнімінен жоғарғы негізді гидроалюминат алынады. Кернеулік цемент портландцементтің клинкер балшықты шламмен және гипстік тастың (70:15:15) ұсақтары жұқартылып алынады.

СҰЦ және КЦ-ның ұлғаюы бастапқы моногидросульфоалюминат кальцийінің, содан соң жоғарғы сульфаттың формасы кальцийдің гидросульфоалюминаттың $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31(32)H_2O$ құрылуынан болады. Соңғысы, кеңейтілген цементтің қатаюынан 1-3 күн өткен соң, бірақ толық қатаймаған түрі барлық цементті жүйенің біркелкі кеңеюіне алып келеді. СКЦ-ға қарағанда гипсобалшықты кеңейтілген цемент баяу ұсталады.

Боксит пен майдың шикі жабысқан қоспасы 70:30 мен өнімнің ерітілген және екісулы гипстің табиғи ұсақталынуынан жасалады. Оны дайындау үшін тағы жоғары балшықты шлакты (құрамы 11%SiO_2 мен 38-41%CaO) қолданылады. Заттың ерітілген балшықты бөлігінің құрылысында кальцийдің жоғарғы негізді алюминаты минималды болуы керек. Сызықты кеңдігінің үлкендігі 28 күннен соң суда қатаюы 0,3 аз болуы және 1% аспауы керек.

Портландцементтің әсерінен цементтің кеңейтілуі анықталады. Оның құрамы,%: портландцемент 60-65, балшықты цемент 5-7, гипстің екісулығы 7-10, гидравликалық қоспа 20-25. Үлгілердің суда қатаю кеңдігі тәулігіне 0,15%, 28 тәулік 0,3-1%-ға дейін болады.Арнайы түзетусіз ұстап қалудың бастамасы 30 минуттан соң басталады.

Магнезит пен доломит қосындысы бар тығындалған цемент, 700-900°С температурамен күйдірілетін магнезит ($MgCO_3$) пен доломит ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) қосылған тығынды портландцемент қоспасы болып табылады. 5-10 және 10-20% сәйкес қосынды күйдірілген магнезитті және доломитті цементке цементті тастың 48 сағат ішінде 0,5%-ға үлкеюін қамтамасыз етеді.

Ұлғаю дәрежесі жоғары үлкейетін тампонажды цементін белгілі температурада күйдірілетін, ұнтақ тәріздес сөндірілген әктас пен периклаз қоспаларын енгізу нәтижесінде аламыз.

Төмен және қалыпты температуралы цемент құрамына, нақты бетінің ауданы S=250-350 $м^2$/кг дейін қиыршықтанған баяу сөнетін әктасты қолданған жөн.

Сақтау, күйдіру шарттары мен шикізат сапасына байланысты сөндірілген әктас құрамында әртүрлі мөлшерде активті CaO болуы мүмкін. Оның 10% және В/Т=0,4-0,5 дейін цемент құрамында болуы жиілік үлкеюімен байланыс және құрамындағы CaO әсерінен қаттылығы байқалады. Үлкейту компоненттері көп болған жағдайда үлкею жоғарылығы соншалықты, цементті тас құрылымы ерте кезеңде де микрожарылыстарды өздігінен қалпына келтіре алмайды және тас төзімділігі күрт төменделеді.

Ұлғаятын цементті тасының алғашқы төзімділігі бастапқы тампонажды цементтің тас төзімділігінен бірнеше өлшемге төмен.

Бірақ уақыт өте келе қату кезінде ұлғаю және бастапқы цементтегі таз төзімділігінің ерекшелігі кішірейеді. Ерітіндегі су ұстағыштың жоғарылауы-ұлғаюды азайтады.

Бекітпе кезінен 16-20% шегінде ұлғаюды алу үшін үлесі 100 массалық портландцементке үлесу 10-20 массалық ұсақ сөндірілмеген әктас енгізу керек. Цементті қоспа ұстауын және қалыңдауды баяулататын, сонымен қоса CaO және SiO_2 арасындағы реакция нәтижесінде төзімділікті жоғарылататын шекті жоғары температураларда бұл цементтерге әдейі қосымша үгітілген кварцты құм енгізеді.

75 °С температурадан асқанда әктастың гидраттану үрдісі соншалықты тез жүреді, нәтижесінде кальций оксидінің едәуір

бөлігі кеңейтуді тудырмай құрылымның пайда болуына дейін гидрооксидке айналады.

Құрамында бос CaO бар, жоғары температура кезінде кеңейтудің үлкен шамасымен қамтамасыз етумен қатар, клинкер негізіндегі тығындалған цемент кеңеюінің артықшылығы. Ол технологиялық үрдістерінің елеулі өзгеріссіз кез келген цемент зауыттарынан оңай алуға болады. Мұндай цементтер, ұнтақталған сөндірілмеген әктас қосылған цементтерге қарағанда жақсы бұзылмаушылыққа ие болады. Бұл клинкерлерді ыстыққа төзімді құмды цемент құрамында қолданған жақсырақ екенін қос айтып кету керек.

Кальций оксидінің негізінде кеңейтілген цементтер алуының тиімді жолы, бос кальций оксиді бар тозаң тәрізді отын күлі бар қоспалар енгізу болып табылады. Мұндай күлдер электрстанциялардағы шаң-көмірлі пештерде көмірлер мен тақтатастардың кейбір түрлерінің жануынан қалады.

Жоғары температуралы ұңғыларда, химиялық белсенділігі әлеқайда кем оксидті кеңейтілген қосымша-магний оксидін қолданған жөн. Егер магний оксидін 1200-1300^{o}C температурада күйдірілген болса, онда ол 120^{o}C-тан 180^{o}C-ке дейінгі температурадағы цементке жақсы кеңейтетін қоспа ретінде бола алады.

Температура 160^{o}C жоғары болған кезде, онда да үлкен температурада күйдірілген магний оксиді кеңейту қоспасы ретінде қолдануға болады. Мысалы 1200^{o}C күйдірілген магний оксиді 36% мөлшерінде хроматты қойыртпақ-хромды кендерін қайта өңдеу қалдықтары.

Әрине, жоғары температуралы кеңейтілген тығындалған цементтің уылдырғышы негізінде температура тұрақты баяу ұсталатын цементтерді қолданған жөн: қож-құмды цемент, БКЦ немесе тазартылған флюсті феррохром өндірісіндегі өздігінен шашылатын қож негізіндегі цемент.

37. Сілтілі металл силикаттарының негізіндегі тампонаждық материалдар

Ұстағыш қасиеттерімен натрий және калий (сұйық әйнек) силикатының қойытылған ерітіндісі ие болады. Олар техникалық өнім ретінде полимеризация деңгейі әртүрлі силикат қоспасын құрайды: ортосиликат $Na_4SiO_4(2Na_2O{\cdot}SiO_2)$, метасиликат $Na_2SiO_3(Na_2O{\cdot}SiO_2)$ және дисиликат $Na_2SiO_2O_5(Na_2O{\cdot}2SiO_2)$

Сулы натрий (калий) силикат ерітіндісінде тепе-теңдік бар:

$$Na_2SO_3+H_2O\leftrightarrow 2NaOH+SiO_2$$

Тепе-теңдікті сақтау үшін pH=10, 5-11 болуы керек. Бұл жағдайда SiO_2 полимерлерінің бұзылу күйінде болады. Егер сыртқы күштер әсерінен немесе арнайы заттар қосу нәтижесінде pH төмендесе, кейін полимерленетін кремнийлі қышқыл пайда болады.

Конденсат әдеттегі бейорганикалық полимерлер болып келетін поликремнийлі қышқылдардың өте үлкен молекулаларының пайда болуына әкеледі. Ең екпінді полимеризация pH= 5-6 кезінде жүреді. Полимеризацияның тиімді қозғаушысы-натрий кремнефториді Na_2SiF_6.

Ерітінді силикаттар негізіндегі тығынды ерітінділер таза силикат ерітіндісін (тау жыныстарының жарықшақ көпіршіктерін цементтеу үшін) немесе оның толтыртқыш қолдануын тоқтата тұру (кең қуыстарды толтыру үшін жеткілікті). Ерітілген күйде немесе тоқтатқыш құрамында сонымен бірге полимеризация қоздырғышы болуы мүмкін. Толтырғыш ретінде ұнтақталған кварц және басқа да инертті химиялық материалдар қолданылады, сонымен қоса инертті химиялық материалдарға жатпайтын басқа да ұнтақталған материалдар, мысалы, қож. Бұл жағдайда қатып қалған материалдық суға төзімділігі жоғарылайды.

Алайда, химиялық белсенділігі жоғары заттар (қожылар, портландцемент) силикаттың тез ұюы мен тез құрылым пайда болуын шақырады, сондықтан осындай тоқтатуларда ерітілген силикаттардың аз мөлшерін қолданады.

Силикат ерітіндісі негізіндегі қатып қалған тоқтатулар көпшілік қышқылдарда берік, бірақ суда, сілтілік, фосфорлы және фторлы сулы қышқылдарда берік емес.

Сілтілі материалдар силикаты негізіндегі тотығын ерітінділерінің қышқылға төзімді құрамы белгілі. Олар ерітілетін силикат пен полимеризация қозғаушысынан басқа, кварц ұнтағы түріндегі толтыртқыштар диабаза немесе қаж қышқылы орнында қолданылатын лигносульфанаттар және басқа да сілтілерде орнықты органикалық химиялық реагенттер-жылжымалылық тоқтату көрсеткіштері.

Консистенция, қатып қалу жылдамдығы және тас беріктігі осындай тығындалған ерітінділерде сұйық әйнек ерітіндісінің тығыздығы мен қосылатын ұнтақ тәріздес материалдың көлемімен реттеледі, ал суға төзімділігі – толтырғыштың гидраттану белсенділігінің дәрежесімен реттеледі.

Күшті қышқылдарда қатып қалған тығын материалын орнықты алу үшін химиялық инертті толтырғыштар пайдаланады, бірақ бұндай материал суға төзімді емес. Толтырғыш ретінде қаж ұнтағы бар сілтілі силикат негізіндегі тығын ерітінділері әлдеқайда суға төзімді және әлсіз қышқылдарда тұрақты, мысалы, күкіртті сутек, мұнай және газ ұңғыларын цементтеуге маңызды.

38. Органикалық және органо-минералдық тампонаждық материалдар

Торф және сапропель негізіндегі тығын қоспалары

Органикалық заттардың беттік табиғи жинақталуы торф пен сапропельдің пайда болуына әкеледі, ал көмілген жағдайларда олар біртіндеп қоңыр және қатты көмір, мұнай мен газға айналады.

Торф құрамы бастапқы торф түзуші өсімдіктер түрімен, сулы-минералды қанығуы және кейінгі ыдырау жағдайларымен анықталады. Шөгу тәсіліне байланысты торф үстіңгі, төменгі және өтпелі болып бөлінеді.

Сапрофельдің торфтен айырмашылығы құрамында органикалық және минеральды компоненттері бар қоспалы және

биогенді су қоймаларының жұқа структуралы коллоидтық шөгіндісі болып келеді. Құрамына байланысты сапрофельдің органикалық және минералдық компоненттері органикалық, аралас, кремнеземді және карбонатты түрлерге бөлінеді.

Торф пен сапрофель әртүрлі реагенттер дайындығына керекті бұрғылау және тампонаждық ерітінділері, керектілік сұйықтық пен эмульсиялық құрамға үлкен қызығушылық көрсетеді, себебі олар ПАВ, гелицеллюлоза, көмірсу және ақуызды зат, битумдар мен глина сияқты құнды компоненттерден тұрады.

Торф пен сапрофельге әлсіз сілті мен қышқыл әсерінен оның құрылымдық-реологиялық және технологиялық қасиеттерінің шашылуын жақсартуға алып келетін беткі бөліктерін айтарлықтай іске қосады.

Ғылымдардың айтуы бойынша, торф пен сапрофель тығындық қоспаларды жеңілдетуге арналған ең тиімді материал. Жеңілдеткіш қоспа ретінде торфты қолдану терең ұңғыларда тіреуіштерді цементтеу кезінде цемент шығынын 2-3 есе қысқартады. Бұдан басқа бұл ерітінділер тығыздығы 1,35-1,4 г/см^3 болғанда өте аз су бергіштікке ие. Қату жылдамдығын тездетуші ретінде хлорлы кальций, хлорлы алюминий және тағы басқа қосымшаларды қолданады. Торф шығыны цемент салмағының 2,5%-нан 15% дейін құрайды. Алынған цементті торфты қоспа тұндырып бөлуге тұрақты және таза цементке қарағанда аз су беріліске ие болады.

Жеңілдетілген қоспалар дайындығы үшін құрамында жіңішке дисперсті 2 оксидті кремний бар кремнеземді сапрофель қолдануға болады.

Синтездік шайыр негізіндегі тығындық қоспа

Қатып қалатын қоспалар. Полимер химиясы саласындағы соңғы жылдардың зерттеулері, жоғары молекулярлы қосылыстардың қатарын құру арқылы, оның негізінде қату мерзімі реттелетін, тез қататын қосылыстарды (ТҚҚ) құруға мүмкіндік береді. Барлау ұңғыларының күрделенген арақашықтығын тығындау үшін келесі химиялық қосылыстар көп таралған: акрилді және метакрилді қышқылдар және олардың туындылары; карбамидті, феноло-формальдегидті және эпоксидті шайырлар; синтетикалық ақсөл.

Акриламидтің суда, метилді және этиленді спиртте, ацетонда жеңіл еритіні бізге белгілі. Акриламидтің су ерітіндісі (16-25 % концентрацияда) метиленбисакриламид ерітіндісімен (1-4%) сополимерлену кезінде одан да берік гельдер пайда болады. Сополимерлену қозғаушысы ретінде аммоний персульфаты (0,5%) мен натрий гидросульфиті (акриламид массасынан 0,14%) қолданылады, оларды енгізгеннен кейін 30-40 минуттан соң резіңке тәріздес жабысқақ қоспа пайда бола бастайды, ал 3-4 минут өткеннен кейін оның қалыптасуы аяқталады. Полимерлену реакциясын баяулату үшін темірсинеродистті калий қолданады, акриламид салмағынан 0,09%-ға дейін қосқан жағдайда ерітіндінің сополимерленуін бірнеше минуттан 2 сағатқа дейін тоқтатуы мүмкін.

Бұрғылау кезінде көп қолданылатын карбамидті шайырларға МФ-17, М-270, М-19-62 жатады. Оларды қатыратын зат ретінде арзан және тиімді болып келетін тұз қышқылы қолданылады. Бұл шайырлардың басты кемшілігі беріктік қасиеттерінің уақыт өте нашарлауы мен тампонаждық тастардың кемуі болып табылады. ВИТР-де меламинді-мочевинді-формальдегидті шайыр ММФ-50 мен қатырғыш қосындысы бар акриламид (қымыздық және тұз қышқылы) және қозғалтқыш (мысалы, Na_2SO_4) негізіндегі жоғары тиімді тығын қоспасының дайындығының технологиясы дамытылған. Кему құбылысын алдын алу мақсатында ТҚҚ құрамына келесі толтыруларды енгізеді: каолин, бентонит, асбест және т. б.

Барлық карбамидті шайырлардың елеулі кемшілігі қышқылдарды қатырғыш ретінде қолдану болып келеді, себебі, қышқылдар карбонаттармен әрекеттескеннен кейін құлдырайды, бұл құбылыс карбонатты жыныстарды тығындау нәтижесіне теріс әсерін тигізеді. Бұл беріктіктің төмендеуі мен жыныстардың өткізгіштігін күшейтеді.

Формальдегидтті шайырлар сілтілі ортада ғана емес, сонымен қоса қышқылдарда қатқылдану қасиеттеріне ие. Бұл шайыр топтарынан көп қызығушылық туғызатын, қатырғыш ретінде формалин қолданылатын, ФР-12 резоцинді-формальдегидті шайыры, бірақ оның жетіспеушілігі мен қымбат болуына байланысты ФР-12 бұрғылау жұмыстарында аса көп

тарамаған. ФРЭС және ТСД-9 арзан сланцты фенол негізінде нашар цементтелген жыныстарды қатыру үшін тығындалған қоспалар құрылған. Бұл ТҚҚ-лар аз ұстап қалу уақыты (1-3 мин) мен үлкен өткізгіштік қасиеттеріне ие. Сұйықтың қату уақыты енгізілген қатырғыш (формалин) пен катализатор (кальцийлі сода) мөлшерімен реттеледі.

Ерітіндінің қатаю уақыты құрамына енгізілген қатайтқыштар (формалин) көлемімен және катализатор (кальцийленген сода) реттеледі, онымен қоса, қатаю мерзіміне қоспаны сумен сұйылту деңгейі және ортаның температурасы айтарлықтай әсер етеді, ол өз кезегінде ұңғыдағы су көздерінің болуы тығындалу сапасына кері әсерін тигізеді.

Эпоксидті шайырлар карбамидті және фенолды-формальдегидті түрлерімен салыстырғанда, көптеген артықшылықтарға ие, мысалы, эпоксидті шайырдан жасалған тығындалатын тас жоғарылатылған беріктіліктік және тұтастылық қасиеттеріне ие. ЭД-5 және ЭД-6 маркалы эпоксидті шайырларды құрамында сілтілері бар глицериннің эпихлоргидринін және дефенолдың көп конденсациялануы арқылы алады. Осы шайырлардың негізіне сүйеніп, қатаю уақыты 5 мин-тан 60 мин дейін жететін тампонаждық қоспалар жасап шығарылды. Қатайтушы зат ретінде полиаминдер, полиамидтер, майлы қышқылдар, фенолды және карбамидті шайырлар қолданылады. Қоспаныі құрамына әртүрлі реагенттер кіреді: сұйылтқыштар, пластификаторлар, үдеткіштер және т.б.

Синтетикалық материалдардан дайындалған артықшылықтарымен қоса ССТ құрамында жалпы кемшіліктері бар, олар берілген әрбір нақты өнімнің (шайыр, қатайтқыш, толтырғыш және т.с.с) қасиеттерін ескере отырып, қоспаның компоненттерін аса дәлдік шартымен таңдау қажеттілігімен сипатталады, бұл әдіс олардың ұңғыда оперативті түрде қолданылуын қиындатады. Кейбір ССТ маңызды шөгушілік деформациялары, жоғарылатылған уланушылық және жеке құрамдас бөліктердің активтілігі, сондай-ақ салыстырмалы жоғары құны бұрғылық жұмыс тәжірибесіне жаппай енгізілудің тежеуші факторлары болып табылады.

Қатайтылмаған қоспалар. Синтетикалық шайырлар негізінде жасалған қатайтылмаған қоспалар тұтқырлығы берік

ерітінді атауын алған. Бір құрамдас бөлігі полиакриламид, су еріткіш синтетикалық шайырлар және техникалық формалиннің сулы қоспасы түрінде сипатталады. Берілген сулы ерітіндінің құрамындағы полиакриламид мөлшері 1-2 %-дық концентрациядағы гексарезорционды шайырдың сулы ерітіндісі мөлшері– 10-15 % және 40 %-дық концентрациядағы формалиннің сулы ерітіндісінің мөлшері– 1-2 %.

Тұтқырлығы берік ерітіндіні келесі түрде дайындайды. Балшық араластырғышта 1-2 сағат көлемінде ПАА сулы ерітіндісін араластырады, басқа ыдыста – шайырдың сулы ерітіндісін 20-30 мин көлемінде араластырады. Одан кейін шайыр ерітіндісін ПАА ерітіндісіне құйып және 20-30 мин араластырады. Сосын мұқият шайқау арқылы бәсең түрде араластырып формалин құяды, реакцияны аяқтау үшін қоспаны тыныштық күйде 18-20 сағатқа қалдыру керек. Алынған қоспа тығыздығы 1 г/см^3 с болатын жабысқыш полимерден жасалған берік кеңістіктік тор (су толтырылған полимерлі тор) түріндегі резина типтес гель сипаттас болып келеді. Тұтқырлығы берік құрамның мұздату температурасын азайту үшін ПАА сулы ерітіндісін қайнатылған тұздың сулы ерітіндісінде дайындауға болады.

Өте қатты берік құрылым акриламидтің 16-25 %-дық сулы концентрациясын метиленбисакриламидтің 1-4 %-дық концентрациясында полимеризациялау кезінде пайда болады. Полимеризацияны бастау үшін құрамына аммоний персульфатын және натрий гидросульфатын (сәйкесінше акриламид массасынан 0,5 және 0,14 %) қосатын қышқылдатқыш-қалпына келтіруші жүйе пайдаланылады. Тұтқырлы көлем 3-4 минут көлемінде қалыптасады және міндетті түрде температураға байланысты болады.

Бұл құрам сіңіру алаңына бір ерітіндіні қоспа түрінде жеткізе алмайды. Оны сіңіру алаңында берілген құрамдас бөліктерді араластыру арқылы алу керек, немесе қатайтуды бәсеңдету – реагентін енгізу арқылы алу керек, ол әдіс қатайту уақытын айдау уақытына дейін шегеруге көмектеседі.

Тұтқырлығы берік қоспалар сіңірумен күрес кезінде, сондай-ақ қайта тығындау үшін пайдаланылады. Тиімділікті арттыру мақсатында оларға толтырғыштарды енгізуге болады.

Латекстер негізінде жасалған тампонаждық ерітінділер

Латексті ерітінділерді латексті хлорлы кальцийдің сулы ерітіндісімен шамамен бірдей көлемде араластыру кезінде алуға болады. Хлорлы кальцийдің аса кең таралған концентрациясы 3-5 %. Жабысқыштық үдерісі өнімнің жабысқыштығының тез өсуімен сипатталады, сондықтан латексті ерітінділерді көп жағдайда сіңіру алаңындағы ұңғыда алады.

Тампонаждық ерітінділердің қасиеттерін реттеу үшін латекс негізінде көптеген қоспалар пайдаланылады. Сондықтан жабысқыш латекстен жасалған тығынның тығыздығы ерітіндіге 10-15 % лигнинді қосқанда көтеріледі, аз концентрленген латекс құрамын КМЦ қоспасымен (латекс массасынан 0,5-1 % ұнтақ немесе 10%-ға дейін латекс көлеміне 5-7%-дық су ерітіндісі).

Толтырушы қабілетін арттыру үшін толтырғыштарды енгізеді, олардың тиімді қоспасының мөлшері 100-120 кг/м^3 құрайды. Латекстердің тығыздығы судың тығыздығынан төмен болғандықтан, оларды тығыздауышты қолдану арқылы айдайды.

Лигносульфанат негізінде жасалған тампонаждық қоспалар

Лигносульфанаттарды көпвалентті металдар тұздарымен өңдеу кезінде, қатты денеге арналған қасиеттері бар гель пайда болады. Мұндай қоспалардағы аса кең таралған лигносульфонаттар – сульфитспиртті барда (ССБ) және сульфитұнтақты ашымақ (СҰА), қоюландырғыш-бихроматтар (натрий, калий, амминий) және хромның басқа да тұздары.

Гельдің пайда болу уақыты ССБ концентрациясына және хром тұздарының көлеміне байланысты. ССБ концентрациясы көп болған сайын, гельдің пайда болуы үшін қажетті хром тұздарының көлемі аз болады. Сонымен, ССБ концентрациясының 40%-дық ерітіндісінде 14% натрий бихроматын енгізу гельді 2 минут ішінде тудырады, ал 4% натрий бихроматын ССБ концентрациясының 25%-дық ерітіндісіне енгізу гельді 3 сағат шамасында тудырады. Гельдің беріктілігі қоспаның құрамына минералды толықтырғыштарды қосумен жоғарылайды: саз балшықтар, құм және т. б.

Қоспаны келесі ретпен дайындайды: су – ССБ – толықтырғыш – қоюландырғыш. Әрбір құрамдас бөліктен кейін қоспа 3-5 мин шамасында араластырылады. Бихроматтарды сулы ерітінді түрінде 1:1,5 сумен қатынаста қосады.

Лигносульфонат негізінде жасалған тампонаждық қоспалар жуушы сұйықтықтарды сіңірумен күресу үшін пайдаланылады.

Битумды тампонаждық қоспалар

Битумды қоспалар әртүрлі түрдегі балқытылған битум қоспалары және толықтырғыштар түрінде сипатталады. Толықтырғыштарды (құм, саз балшық, цемент) битумге қосу сіңіруші каналдар бойымен қоспаның жайылуын азайтады, оның шығынын қысқартады, битуды тығынның бұрғылануын жақсартады.

Битумды қоспаға енгізілетін толықтырғыштар қосындыларының пайызы сіңіру каналдарының шамасына байланысты таңдалады. Сондықтан сіңіру аймағында үлкен сызаттар мен тесіктер пайда болса, 50% толықтырғыштар енгізуге кеңес беріледі. Қосындыларды 50%-дан арттыру кезінде, қоспа тампонаждық снарядтан шығып кетуі мүмкін, сондықтан осы мәннен асудың қажеті жоқ.

Саз балшық және цементті эмульгаторлар және пластификаторлармен қосады. Сол кезде толықтырғыштар көлемін битум көлемінен 100%-ға арттыруға болады. Эмульгатор ретінде кальцийленген немесе каустикалық соданы қолдануға кеңес беріледі, пластификатор ретінде май мен керосин пайдаланылады. Эмульгатор көлемі битум көлемінен 2%-ды құрау керек, ал пластификатор көлемі – 5% болуы керек.

Битумдар және битумды қоспалар шикізат берілген кезінде және олардың пайдаланылу технологиясы өңделген кезінде, аса тиімді тампонаждық материал болуы мүмкін. Алайда, битумды құрамды қыздыруға арналған қосымша қондырғылар, қыздырудың қосымша операциялары, жұмыстардың аса қиын ұйымдастырылуы, өртке қауіптілік бұрғылаушылардың жұмыс шартын нашарлатады. Осы факторлардың барлығы битумды құрамдарды пайдалануды шектейді.

Органикалық заттардан тампонаждық қоспалардың негізгі кемшіліктері – олардың улылығы, жоғарғы бағасы, құрамдас

бөліктердің қатты дозалануының қажеттілігі, төмен технологиялығы. Олар бұрғылаушы құрылғылардан және құралдардан нашар тазартылады, арнайы ыдыста сақталуы керек, мұқият араластыруды және ептеп пайдалануды талап етеді. Бұл кемшіліктерді органикалық және неорганикалық құрам бөліктерін біріктіре отырып азайтады. Полимерлі цементті қоспалар жақсы оқшаулағыш қабілетіне, жоғарылатылған коррозияға тұрақтылыққа, жерасты суларымен сұйылуға тұрақтылық қасиетіне ие.

39. Аралас тығын қоспасы

Полимерцементті қоспалар жақсы оқшаулық қабілетімен, коррозияға қарсы жоғарғы төзімділікпен, жерасты суларымен араласпауға тұрақтылық касиеттеріне ие.

Полиакриламидцементті ерітінділер (пасталар) аса көп пайдаланылады. Оларды цементті ерітіндіні, сулы ерітіндіде дайындалған полиакриламидті, хлорлы кальцийдің сулы ерітіндісінде дайындалған цемент суспензиясымен араластыру арқылы алуға болады. Құрғақ цементтің қоспасының көлемдік бөліктегі құрамы: тампонаждық цемент – 100; полиакриламид – 0,14–0,2; $CaCl_2$ – 2,5–5; су – 60. Полиакриламид 3%-дық концентрациялы сулы ерітінді түрінде пайдаланылады, сондай-ақ гипан да осы концентрация көлемінде пайдаланылады. Полиакриламидцементті паста өте тез қоюланады, одан кейін берік су өткізбейтін тас пайда болған соң қатаяды. Ол карстелген түрлердегі сіңіру аймағының оқшауланууы үшін пайдаланылады. Тастар және пасталар қасиеттерін берілген цементтік ерітіндінің құрамымен реттейді. Бұрғылаушы трубалардағы құрамның алдын ала қатаюын ескерту үшін полимер ерітіндісін цемент ерітіндісіне айдау үдерісі кезінде қосады.

Метасцементті пасталар метастың сулы ерітіндісінің 10-15%-дық концентрациясы мен хлорлы кальцийдің сулы ерітіндісінде дайындалған 5-6%-дық хлорлы кальций қосылған цементті суспензияның (С/Ц = 0,4÷0,5) қоспасы түрінде сипатталады. Себебі, метас тек сулы-сілтілі ерітіндіде ғана еритіндіктен, бұл құрамда кальцийленген сода көлемі метастың

0,3-0,5 массасына тең келеді. Құрамдас бөліктердің қатынасы шамамен келесі ретте болады (құрғақ цементтің көлемімен % мөлшерде): цемент–100, метас – 0,5–1, кальцийленген сода – 0,17–0,33, хлорлы кальций – 5–18, су – 40–50.

Метасты-цементті пастаны дайындаудың реті келесі түрде сипатталады: алдымен суда (5% талап етілетін көлемде) соданы ерітеді, одан кейін метасты есептік мөлшерде қосады. Метастың еруі 3-4 сағаттан кем емес уақытты алады. Метас ерітіндісін дайындағаннан кейін судың қалған бөлігінде екінші ыдыста хлорлы кальций қосып цементті ерітінді дайындайды. Екі ерітіндіні де ұңғыға араластырғыш құрылғы арқылы айдайды.

Метас қосылған цементті тастың беріктілігі тек цементті ерітіндіден жасалған тастың беріктілігінен жоғары болып келеді. Цементті ерітінділердің аққыштығын жоғарылату үшін қоспаға синтетикалық шайырларды қосады. Сондықтан, қоспалары цементті ерітіндіде пластифицирлеуші қасиетке ие 5–10% дейінгі резорцинді-формальдегидті шайыр ФР-50 тығындау кезінде арынның мәнін айтарлықтай төмендетуге (30%-ға дейін) алып келеді. Осы сияқты полимерцементті құрамның қатаю уақыты 0,25–0,5% кальцийленген соданы қосқан кезде төмендейді.

Полимерлі цементті қоспалар одан да күрделі құрамда болуы және шайырлардың комбинациясында болуы мүмкін. Бұл жерде әрбір бөлік қоспаға және тампонаждық тасқа жаңа сапа береді және қажетті қасиеттерін күшейтеді.

Цементті-латексті ерітінділер цементтің, судың, латекстің, антикөбіктендіргіш қоспасынан тұрады, сондай-ақ, қоспалардың реологикалық қасиеттерін реттейтін тұздардан (көп жағдайда NaCl) тұрады. Латекстің қосындылары 1–2%, тұздар 2–3% құрайды. Латексті хлорлы кальцийдің сулы ерітіндісіндегі цементті ерітіндіні айдау кезінде себуге болады. Мұндай құрам сіңдіруші горизонттарды оқшаулау кезінде пайдаланылады. Барлық полимерлі цементті ерітінділер құрамында толықтырғыштар болуы мүмкін, көп жағдайда толықтырғыштар ретінде құм, сирек түрде саз балшық пайдаланылады, саз балшықты пайдаланғанда төменгі тығыздықтағы қоспаларды пайдаланады. Полимерлі цементті

қоспаларды көп жағдайда сіңірумен күресте және ұңғыларды көпірлер орнату кезінде пайдаланылады.

Қатайтқыш балшықты ерітінділер (ҚБЕ) ҚБЕ балшықты ерітіндіге қатпарлы фенолформалдегидті шайырын ТСД-9 немесе ТС-10 шайырларын қатайтқышпен бірге қосқанда пайда болады. Қатайтқыштар ретінде формальдегидтің (формалин) ерітінділері, параформдар, минералды қышқылдар қолданылады. Саз балшықты ортада қоспаны араластыру үдерісінде поликонденсация реакциясы кезінде полимерлі кеңістіктік тор пайда болады, ол жерде саз балшықты ерітінді толықтырғыш ролін атқарады. Қатаюдан кейін осы құрамнан айтарлықтай тығыз тас алуға болады.

Шайыр ерітіндінің көлемінен 25–30%-да, формалин шайыр көлемінен – 50% дейін. Ерітіндідегі құрамдас бөліктердің қатынасы келесідей: шайыр – 20–30%, формалин–10– 20%, саз балшықты ерітінді – 50–70%. Алғашқы кезеңде дайын болғаннан кейін қоспа жылжымалыққа ие болады, ол бастапқы саз балшықты ерітіндінің тұтқырлығынан айтарлықтай айырмашылығы болады. Бастапқы құрам бөліктерін араластырғаннан кейін ҚБЕ консистенциясы белгілі бір уақыт аралығында (индукциялық мерзім) өзгермейді, одан кейін цементті ерітінділерден айырмашылығы жылдам және бірқалыпты өседі, және сұйықтық қатты күйге ауысады.

Берілген саз балшықты ерітіндінің ұсынылатын тығыздығы 1,18–1,2г/см^3, иілімнің статикалық кернеуі 4–6 Па. Ерітіндінің тығыздығының артуымен тампонаждық тастың беріктілігі артады. Фильтрат бөлімі берілген ерітіндінің су берілісінен 30–60% артып кетеді, алайда фильтрат қатты пластмассаға поликонденсирленеді. Поликонденсациялану реакциясының жылдамдығы құрам бөліктерінің қатынасына және температурасына байланысты, бірақ көп мөлшерде, саз балшықты құрам мен температураға байланысты. pH ортаның мәні мен көрсеткішіне ие.

Жоғарғы тербелістерге қарай алғашқы компоненттердің қоюлану уақыты үлкен шамадағы бірдей құрамда өзгеруі мүмкін. Сондықтан құрамның (немесе берілген қасиет бойынша жасалған құраманың) қасиетін тікелей түрде ҚСЕ қолданбас бұрын бағалау керек. Қатайтқыш сазды ерітінділер ажыратушы

тығындыларда және жұтылумен күрес кезінде қолданылады. ҚСЕ келесідей артықшылықтарын ерекшелеу керек:

- тұздың жылулық күйіне және тығындалған тастың салыстырмалы жоғары механикалық беріктілігі кезіндегі сулы-газды өткізгіштің жоғары коррозиялық беріктілігі;
- тіпті қабырғалардағы борпылдақ іріктелген қабықшаның қабырға саңылауларында болуы тығындалған тастың тұтас байланысын қамтамасыз етеді;
- төменгі тығыздық, ол тығындау кезінде қоспаның шығынын азайтады және технологиялық жұмысын жеңілдетеді.

Кемшілігіне фенолдың улағыштығы және қатайтқыштығы және көп валентті металдардың тұзды ерітінділерінің біршама (7% дейін) кемуі жатады.

Қайтқыш сазды ерітінділердің көп түрлілігіне (паст) — лигносульфаттар мен натрий бихроматының (хромпик) ерітінділерінің негізінде. Мұндай ерітінділердің қатаюына, қатты резинаның қоспасына ұқсайтын сығылу тығыздығы 0,4-тен 0,8 МПа дейін болатын өнімдер жатады. Осындай ерітінділердегі құрауыштардың құрамы төмендегі шамалардың аралығында (үлкен аймақтарда) тербеледі: тығыздығы 1,7–1,8 г/см^3 – 40–50 сазды ерітінділер; тығыздығы 1, 25г/см^3 – 20–30 болатын 30% хромпик ерітінділер; тығыздығы 1,25г/см^3 – 25–30 ССТ. Тығындалған ерітіндінің тығыздығы 1,5–1,6 г/см3, АзҒЗИ конусының жайылғыштығы 25 см және одан көп, қатаю уақыты 20 с 50 мин-тан 6 с дейін.

Пасттың дайындалу реті келесідей: сазды ерітіндіні ССТ араластырады, содан кейін алынған қоспаға хромпиктік сулы ерітіндісін қосады. Натрий бихроматын қосқаннан кейін қоспа 30 мин кем емес уақытта шайқалған болуы қажет, себебі пайда болған гель шайқалмайтын күйге дейін қоюланады. Бұл құрам сіңірумен күрес үшін қолданылады.

40. Түрлендіріліп тығындалатын материалдар

Тығындалатын материалдардың түрлендірілу мақсаты – базалық тығындалатын цементтердің құрамына сай келтірілуі және олардың ерітінділерінің қолдану шарттарына сай жасалуы.

Бұл, бәрінен бұрын, тығындалатын ерітінділердің тығыздығын реттеуіне, олардың реологиялық қасиетіне, сонымен қатар қатаю және қатқылдану жылдамдығына байланысты.

Тампонаждық цементтерді өндіру барысында қатты ұнтақтиптес қосындыларды енгізу арқылы, реагенттерді сұйықтықта ерітуді диспергирлеуішті енгізумен (оның ішінде көп жағдайдағы ерігіштер), ерітінділерді аэрирлендіру жолымен түрлендіруге болады. Кейбір коррозияға берік, жылуға берік және ұлғаятын тығындалған цементтер, іс жүзінде түрлендірілген болып табылады.

Жеңілдетілген тампонаждық цементтер мен ерітінділер

Тығындалатын ерітінділер көп құрамдас жүйелер түрінде сипатталады, тығыздығы (көлемдік масса) олардың құрамаларына кіретін тығыздыққа және көлемдік (немесе массалық) қатынасына тәуелді. Тығындалған ерітіндінің тығыздығын азайту үшін, қатты фазамен қатынасын араласқан сұйықтықтар кезіндегі құрамын көбейту, егер араласқан сұйықтықтар аз тығыздықта болса, немесе ауыстыру жолымен:

- сұйықтықтың бөлігін немесе барлығын аз тығыздықтағы сұйықтықтармен араластыру;
- тұтқыр заттардың бөлігін немесе барлығын аз тығыздықтағы тұтқыр заттармен;
- үстеменің бөлігін немесе барлығын аз тығыздықтағы үстememен;
- тұтқыр заттардың бөлігін, өзімен салыстырғанда аз тығыздыққа ие арнайы үстememен;
- қатты және (немесе) сұйық фазалар көлемінің бөлігін газ типтес фазамен.

Ауаны жіберу жолы арқылы тығыздықты төмендеткенде жоғары беріктілігі алуға болады. Тығындалған аэрирленді ерітінділердің негізгі кемшіліктері – олардың сығылуында. Үлкен тереңдікте немесе гидростатистикалық қысым кезінде тығындалған аэрирленді ерітінділердің көлемі азаяды, ал тығыздығы артады. Бұл кемшілікті аулық көбіктерді берік қабықшаларға енгізу арқылы жоюға болады.

Соңғы кездерде пластмассалы, әйнекті, керамикалық, кварцтық микробаллондар (микрокапсулалар) қолданылады. Жоғарғы беріктілігін сақтай отырып, тиімді түрде тығыздығын төмендету үшін микробаллондардың тығыздығы 600 кг/м^3 кем болмауы керек.

Осылайша, тығыздықты төмендету үшін:

- тығыздығы 1650–1700 кг/м^3 дейінгі ерітінділерге барлық белгілі тәсілдерді қолдануға болады;
- 1400–1500 кг/м^3 дейінгілерге тығыздығы 2000 кг/м^3 төмен жеңілдеткіш қоспалар қолдануға, су құрамын арттыруға, ал аз тереңдіктерде аэрацияланған ерітінділер қолдануға болады;
- 1400 кг/м^3 төмендерге іші бос немесе газбен толтырылған микробаллондарды қолданған дұрыс.

Гельцементті ерітінділер деп, жеңілдетілген үстеме ретінде жоғарғы коллодоидты, негізгі түрде монтмориллонитінді (бентонитті) саздарды атайды. Бұл саздар 2300–2600 кг/м^3 тығыздыққа ие және қатты фаза массасының 20% дейінгі шамада енгізілді. Сондықтан қатты фазаға берік құрамдастың енгізілу есебінен тығыздықтың төмендеуі үлкен емес және де қарапайымдармен салыстырғанда гельцементті ерітінділердегі су құрамының ұлғаюы әсерінен болады. Тығындалған цементке 5–6 % жоғары сапалы бентонитті қосу, тығыздығы 1600–1700 кг/м 8 ие В/Т= 0,74-0,75 тұндырып бөлуге бекем ерітінділерді дайындауға мүмкіндік береді. 20–25% бентонитті қосу В/Т=1,3-1,5 қолдануға және ерітіндінің тығыздығын 1300–1400 кг/м^3 шамада алуға мүмкіндік береді.

Қатты сұйылтылған гель-цементті ерітінділердің тұндырушылық тұрақтылығы судағы монтмориллонит бөліктерінің жоғары дисперстілігі негізінде, олардың беттерінің ерекше қасиеттерімен және сипатталады, ол өз кезегінде жоғары құрылым-түрлендіргіш қабілеттілігі жиынымен қамтамасыз етеді. Жақсы ұсақталған бентонит цемент ерітіндісінде өз бетінше коагуляцияланған құрылым түзеді. Осының әсерінен бұл құрылым кальций ионының коагуляциялаушы әсері нәтижесінде бұзылады және қатаятын цементті тастың құрылымымен алмастырылады.

Тығыздығы төмен гельцементті ерітінділерді үш әдіспен дайындауға болады: цемент пен саз балшықты ұнтақтың құрғақ қоспаларын суда ерітумен, цементті алдын ала дайындалған және қажетті уақыт ұсталған саз балшықты суспензияда (саз балшықты ерітінді) ерітумен және саз балшық пен цементті ерітінділерді араластыру әдістерімен. Екінші және үшінші әдісте тең тұндырып бөлу беріктілігіне қол жеткізу үшін үстеме шамасын 2–3 есе кеміту керек.

Тығыздығы төмен гельцементті ерітінділердің кемшіліктеріне цементті тастың төмен температурасы және коррозиялық беріктілігі жатады. Қатқылданудың жоғарғы температурасында беріктіліктің бірден төмендеуі, қарапайым цементтегі ерітіндіге қарағанда ертерек басталады және тез арада болады. Агрессивті тұзды орта әсерінен, әсіресе Mg ионы болған кезде гельцементтен жасалған цементті тас айтарлықтай тез күйрейді.

Жылулық және тұзды беріктіктегі бентонитпен салыстырғанда жеңілдетілген үстеме ретінде жұмыс атқаратын палыгорскитті (аттапульгит) цементті ерітінділерді атауға болады.

Кремнеземді жеңілдеткіш қоспалары бар цемент ерітінділері. Пуццоланды цементтердің кемшіліктері (құрылыс ерітінділерін және бетондардың тұтқырландырғыш заттары) — көп мөлшерде суды қажет етуі. Бұл тығыздығы төмендетілген тампонаждық цемент ерітінділерін дайындау үшін оларды қолдануға себеп болды. Суды көп қажет ететін пуццоланды қоспаларға диатомиттер және сол сияқты материалдар жатады. Олар тығыздығы төмен тампонаждық ерітінділерде кеңінен қолданылады.

Диатомиттер микроскопиялық диатомиттік балдырлардың қабыршақтарынан тұратын шөгінді тау жыныстары болып келеді. Диатомиттің 1 $см^3$ көлемінде 30 миллионға қабыршақтар (киссатибтік диатомит) болуы мүмкін Осының нәтижесінде диатомитті ұнтақ жоғары меншікті бетке ие болады, ол диатомитті-цементті ерітіндіге үлкен көлемдегі суды жүйенің тұндырушылық тұрақтылығын жоғалтпай енгізуге мүмкіндік береді.

Диатомиттің бентонитпен салыстырғандағы артықшылығы, диатомит тек қана белсенді микрокристалды кремнеземнен тұрады, ол портландцемент минералдарын гидролиздеу кезінде гидросиликатты тудырудан бөлінетін кальций гидрооксидін байланыстырады. Бұл реакция төмен температура кезінде баяу жүреді, гельцемент негізіндегісіне қарағанда, қосатын заттардың қосымша мөлшерінің бөлінуі есебінен, одан да тұрақты тастын пайда болуына себеп болады.

Алайда, бұл цементті тастардың қасиеті температура 120^0С және төмен болған жағдайда ғана ұзақ уақыт сақталына алады. Одан жоғары температураларда тас беріктігі төмендейді.

Жеңілдетілген полимерцементті ерітінділер. Полимерцементті жеңілдетілген қоспалар, СПГГИ-де «Оргполимерсинтез СПБ» зауытымен бірлесіп жасалған, ерітінді тығыздығын 1500-1550 кг/м^3 төмендету үшін қоспа құрамына «Петросорб» суперабсорбент 1,0-1,2 % енгіземіз. Берілген реагенттің сорбционды қасиеті тазартылған суда 170-200 және техникалық суда 120-150, бұл С/Ц=0,8-1,0 мен седиментацияға берікті суспензия алуды қамтамасыз етеді.

Бұндай жеңілдетілген полимерцементті қоспаларды ұңғыға айдау алдында алдын ала дайындалған цемент ерітіндісі құрамына полимер қосу арқылы аламыз.

Ауырлатылған тампонаждық цементтер мен ерітінділер

Соңғы кездері аномальді жоғары қысымды ұңғыларды цементтеу үшін тұтқыр материалдардан және ауырлатқыш қоспалардан арнайы жасалған ауырлатылған цементтер зауыттық тәсілмен өңделіп дайындалады.

Жоғары температурадағыларға арналған ауырлатылған цемент. Ауырлатылған цемент (АЦГ) температурасы 100 °С жоғары ұңғыларды цементтеу үшін арналған. Оның МЕСТ 1581–85 бойынша жылжымалық негізі ретінде портландцемент немесе тығындалған цемент, ауырлатылғанына – ұсақталған темір кені қолданылады. Соңғысы ауырлатқыш қосынды ретінде таңдалады, оның қосылу нәтижесі жоғары тығыздыққа байланысты, сондай-ақ сульфатты суларға тұрақты жоғары беріктілікті ферритті және алюминийлі-ферритті гидрогрантты тудыратын Fe_2O_3 қабілетіне ие.

Цементті-кенді қоспа ерітіндісінің қатаю уақыты цементтің қатаюымен анықталады және кей кездері кенді қосудың әсерінен өзгереді. Сондықтан, 20 °С температура кезінде тек цементтен жасалған ерітіндінің қатаюының басталуы 9 сағ, ал цемент-руда қоспасынан жасалған ерітіндінің қатаюының басталуы 50:50 және 40:60 және 8 сағат 30 минут – 9 сағат аралығында өзгереді. Температурасы 75 °С кезінде қатаю уақытының өзгеру сипаттамасы ұқсас болады.

22 °С температурасында қатайған және атмосфералық қысымда 3 күн байы суда болған цемент тасының сығылу беріктілігі, руданың меншікті бетінің және санының артуымен пропорционалды түрде 2,2–3-тен 1,5–1,1 Мпа дейін азаяды. 75 °С температурасы кезінде ауырлатылған тастың беріктілігі артады және иілу кезінде 3,2– 5,8 Мпа және сығылу кезінде 7–12 МПа жетеді.

Қатаю температурасының артуымен 120–200°С дейін тастың беріктілігі артады, иілу кезінде 22–38 Мпа және сығылу кезінде 5,8–10,9 Мпа жетеді.

Зерттеулер көрсеткендей, біріктірілген және бөлек ұсақталған цементтің сапалары бірдей. Тығыздығы 2060–2150 кг/м^3 болатын ерітіндіні алу үшін, цементтің оңтайлы меншіктік беті 220–240 м^2/кг болуы қажет. Ал тығыздығы 2160–2250 кг/м^3 ерітінді алу үшін, меншікті беті 200±10 м^2/кг болатын ірі бөлшекті цементтер қажет. Тығыздығы 2850–2950 кг/м^3 болатын қарапайым шлактардың тұтқырлығы ретінде пайдалану кезінде ауырлатқыш тығыздығы 4200 кг/м^3 аз болмауы керек. Тығыздығы 4500–4600 кг/м^3 ауырлатылған қоспаны қолданған жақсырақ. Бұл жағдайда 2300–2400 кг/м^3 тығыздықтағы ерітіндіні беретін цемент композициясын алуға болады.

70–80 °С температурасы кезінде бәсеңдеткіштерсіз-ақ қатаю уақытын пайдалануға болады, себебі қатаюдың басталуы бұл шарт кезінде 2 сағ кем емес уақыт. 120 °С кезінде 0,1 – 0,2 % ССТ қосындылары және хромпика толықтай 2-5 сағатты ерітінді қатаюының басталуына жеткілікті болады. Температура 200 °С тең болған кезде, ССТ дозалануы және хромпика 0,3–0,6% дейін артуы керек. ССТ қосындылары және хромпика цементті ерітіндіні пластфицирлейді, оның нәтижесінде ұңғыға ерітіндіні

айдау кезінде гидравликалық кедергілер төмендейді. Ауырлатылған ерітінділер қарапайым цементтерге керісінше суқұрамды болады, және ережеге сәйкес, пластификаторлар қосындыларымен бірге пайдаланылады.

Тығыздалып ауырлатылған цементтер және шлакбаритті ерітінділер. Кейбір аудандарда ауырлатылған цемент болмаған жағдайда ауырлатқыш қоспа ретінде ұнтақталмаған магнетиттелген құмдарды пайдаланады. Магнетитті енгізу жоғары тығыздықтағы ерітінділерді алуға мүмкіндік береді.

Жоғары температура және қысым кезінде, цементті және шлакбаритті ертіндіде судың бөлінуі (тұндырып бөлу тұрақтылығын сипаттайды) магнетитті құмды ауырлатқыш ерітінділерге қарағанда 20–30 % аз. Ауырлатылған баритті ерітіндінің жақсы тұрақтылығы, магнетиттікке қарағанда, үлкен дисперстілігімен және бариттік бөліктердің сутартқыштығымен түсіндіріледі. Бариттік бөліктердің айналасында құралған тұзды қабықшалар «жүзгіштігіне» және сәйкесінше, тұндырып бөлу тұрақтылығының жүйесіне мүмкіндік береді.

Осылайша, зауыттан өндірілген арнайы ауырлатылған цементтер болмаған жағдайда, ұсақталмаған магнетиттік құмның орнына, техникалық баритті қолданған жақсырақ. Бариттің қоспалары 20—200 °С кезінде жоғары сазды қысымы 0,021 МПа/м мұнайлы және газды ұңғыларды цементтеуге арналған. Түптік температурасы 20–100 °С ұңғыларды цементтеу үшін массалық қатынасы 2:1-ден 1:1 дейінгі цемент-баритті қоспалар, ал температурасы 100–200 °С ұңғыларға дәл осындай қатынастағы шлакбариттер ұсынылады. Қоспаның құрамы -2:1 болса, тығыздығы 2000–2100 кг/м^3, ал құрамы 1:1 – тығыздығы 2100–2180 кг/м^3 тығындалған ерітіндіде қолданылады.

Цемент-барит қоспасы (2:1 және 1:1) 75 және 100 °С кезінде тастың беріктілігін қамтамасыз етеді. Цементті-баритті ерітінділердің қатаю уақыты ССБ және хромпикті немесе басқа баяулатқыштарды қосу арқылы реттеледі.

Аномальді жоғары қысымды температурасы жоғары ұңғыларды цементтеу үшін тұтқырлы қоспа ретінде түсті металл шлактарын, жекелеп алғанда қорғасын мен мырышты еріту

кезіндегі қалдықтарын қолдануға болады. Қорғасын зауыттарының шлагы доменді түйіршікті шлактарға қарағанда 1,5-2 есе кіші, негізділік пен темір қышқылының болуымен байланысты. Соңғысы шлак тығыздығының (3800-3900 кг/м^3) жоғары болуына себепкердің бірі болып табылады.

Зауытта шлак түйіршіктенуден өтеді, сондықтан құрамындағы жоғары әйнек тәрізді фазамен сипатталады. Оны қолданған кезде нақты бетін 210-300 кг/м^3 дейін ұнтақтау керек. Мырышты шлактың ұнтақталуы ұнтақталған доменді шлак дәрежесіне сәйкес келеді.

Шлакты ерітіндінің тығыздығы шлактың меншікті бетіне тәуелді болады. Солай, меншікті беті 200м^2/кг, жайылғыштығы АзНИИ конусымен 18-19 см болғанда қоспасыз шлактық ерітіндінің тығыздығы 2290 кг/м^3 тең, меншікті беті 230 м^2/кг-2250 кг/м^3, ал меншікті беті 300 м^2/кг болғанда 2200 кг/м^3. Мырышты шлактың гидравликалық белсенділігі, ұнтақты доменді шлактарға қарағанда төмен. 200^{0}С температура кезінде және қысым 50 МПа болғанда мырышты шлактың ұстасуы 5 сағ 30 мин кейін басталады. Шлактың ұстасу уақытын баяулатқыш – хромпик және оның гаминмен немесе ССБ мен қоспасы. Осы реагенттермен өңделген ауырлатылған шлактардың қажетті ұстасу уақыты 250^{0}С дейін болады.

250 ^{0}С төмен шлактық ерітіндіні қолдану үшін оның қатуын тездету керек. Тиімді тездеткіштерге кальцийленген сода, түйіршікті доментті шлак, портландцементтер жатады. Осы қосындылары бар шлактық ерітінділерді 80^{0}С-тан 180-200^{0}С дейін қолдануға болады. Шлакты тастың қысымға төзімділігі 48 сағаттан кейін 20 МПа дейін жетеді. 120-200^{0}С кезінде ұнтақталған кварцты құм қосып оны жоғарылатуға болады.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Булатов А.И., Проселков Ю.М., Рябченко В.И. Технология промывки скважин. – М.: Недра, 1981.

2. Булатов А.И., Пеньков А.И., Проселков Ю.М. Справочник по промывке.- М.: Недра,1984.

3. Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению. Т.1. – М.: Недра, 1985.

4. Паус К.Ф. Буровые растворы.- М.: Недра,1973.

5. Ивачев Л.М. Промывочные жидкости и тампонажные смеси. – М.: Недра, 1987.

6. Межлумов А.О. Использование аэрированных жидкостей при проводке скважин. – М.: Недра, 1976.

7. Мавлютов М.Р. Технология бурения глубоких скважин. – М.: Недра, 1982.

8. Середа Н.Г., Соловьев Е.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра,1988.

9. Караулов Ж. Мұнай және газ скважиналарын бұрғылау технологиясы.- Алматы, КазҰТУ, 1999.

10. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1999. – 424 с.

11. Қараулов Ж. Мұнай-газ ұңғыларын бұрғылаудағы жер үсті аспаптары мен механизмдері – Алматы, ҚазҰТУ, 2003.

12. Ратов Б.Т. Мұнай және газ ұңғыларын бұрғылау (оқулық) / Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Алматы қ-сы, Сәтбаев к-сі 22 үй. «Print-S» баспаханасы, 2010 ж. 342-бет.

13. Ратов Б.Т, Байхонов Қ.М. Мұнай және газ ұңғыларын бұрғылаудың негіздері (оқу құралы) / ККҚУ БКО Алматы қ-сы, Сейфуллина пр-сі. 521. «Print-S» баспаханасы, 2013ж.188-бет.

14. Кудайкулова Г.А. Буровые растворы. Учебник. Алматы, КБТУ, 2013. – 352 с.;

15. Николаев Н.И., Нифонтов Ю.А., Никишин В.В., Тойб Р.Р. Буровые промывочные и тампонажные растворы. Учебное пособие. Санкт-Петербургский горный институт им. Г.В. Плеханова, 2004. – 150 с.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	3
	Ұңғыларды жуу технологиясы	4
1.	Ұңғыларды жуу технологиясын жетілдіру	4
2.	Ұңғыларды жуу режимі	4
3.	Жуу режиміне қойылатын талаптар	6
4.	Жуу сұйықтарының қашау сұғындамаларынан ағу заңдылықтары	8
	Жуу сұйықтары	9
5.	Ұңғыларды жуу және жуу сұйықтарының атқаратын міндеттері	9
6.	Жуу сұйықтары дисперстік жүйе	11
7.	Жуу сұйықтарының топтамасы	13
8.	Жуу сұйықтарының қасиеттері	14
9.	Су негізді жуу сұйықтары	27
10.	Көмірсутек негізді жуу сұйықтары	31
	Жуу сұйықтарын дайындауда қолданылатын материалдар	34
11.	Өндірісте шығарылатын саз балшық ұнтақтары	34
12.	Саз балшық ерітінділерін дайындаудағы есептеулер	36
13.	Ауырлатқыштар	37
	Газдар мен газ тәріздес агенттер	39
14.	Ұңғы түбін ауа немесе газбен тазарту арқылы бұрғылау	39
15.	Аэрацияланған жуу сұйықтары және көбік	41
	Химиялық реагенттер	42
16.	Жуу сұйықтарының қасиеттерін реттеу	42
17.	Жуу сұйықтарын химиялық өңдеу	43
18.	Химиялық реагенттердің топталынуы	44
19.	Органикалық емес реагент- электролиттер	48
20.	Органикалық реагенттер	50
	Жуу сұйықтарын дайындау технологиясы	56
21.	Бұрғылау қондырғылары айналым жүйесінің элементтері	56
22.	Жуу сұйықтарын дайындау	57
23.	Араластырғыштар	62

24.	Бұрғылау ерітінділерін дайындау технологиясы	64
25.	Жуу сұйықтары қатты фазаларының топталынуы	66
26.	Қатты фазаларды бөлу принциптері	67
27	Дірілдеуіш електер, олардың конструкциясы және жұмысы	68
28.	Гидроциклондық қондырғылар	72
29.	Жуу сұйықтарын үш сатылы тазарту жүйесі	75
30.	Бұрғылау ерітінділерін газдан айыру	76
31.	Бұрғылау ерітінділерін механикалық газсыздандыру	77
32.	Вакуумдық газ айырғыш	78
	Тампонаждық ерітінділер	80
33.	Ұңғыларда айыру жұмыстарына арналған тампонаждық материалдардың арналуы және олардың жіктелуі	80
34.	Минералдың қоюландыру заттары	83
35.	Физика-химиялық гидратация процестері және тұтқыр минералды заттарды беріктендіру	87
36.	Арнайы белгіленген тампонажды материалдар. Жылуға төзімді тампонажды цементтер	99
37.	Сілтілі металл силикаттарының негізіндегі тампонаждық материалдар	108
38.	Органикалық және органо-матенриалдық тығын материалдары	110
39.	Аралас тығын қоспасы	117
40.	Түрлендіріліп тығындалатын материалдар	120
	Библиографиялық тізім	128

Оқулық басылым

Мұрат Сманұлы Молдабеков

БҰРҒЫЛАУ ЖӘНЕ ТАМПОНАЖДЫҚ ЕРІТІНДІЛЕР

Оқу құралы

ОБО РБ бастығы *З. А. Ғұбайдулина*
Редакторы *А. Бейсебаева*
Компьютерде беттеген *Д.Ш. Тажиева*

Басуға қол қойылды 29.01.2016 ж.
Таралымы 100 дана. Пішімі 60х84 1/16.
№1 баспаханалық қағаз. Е.-б.т. 8,2. Ш.б.т. 7,6.
Тапсырыс № 702. Бағасы келісімді.

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің басылымы.
Оқу-баспа орталығы,
Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22

ISBN 978-601-228-931-2