

Sondaj Sıvıları

Sondaj Sıvıları

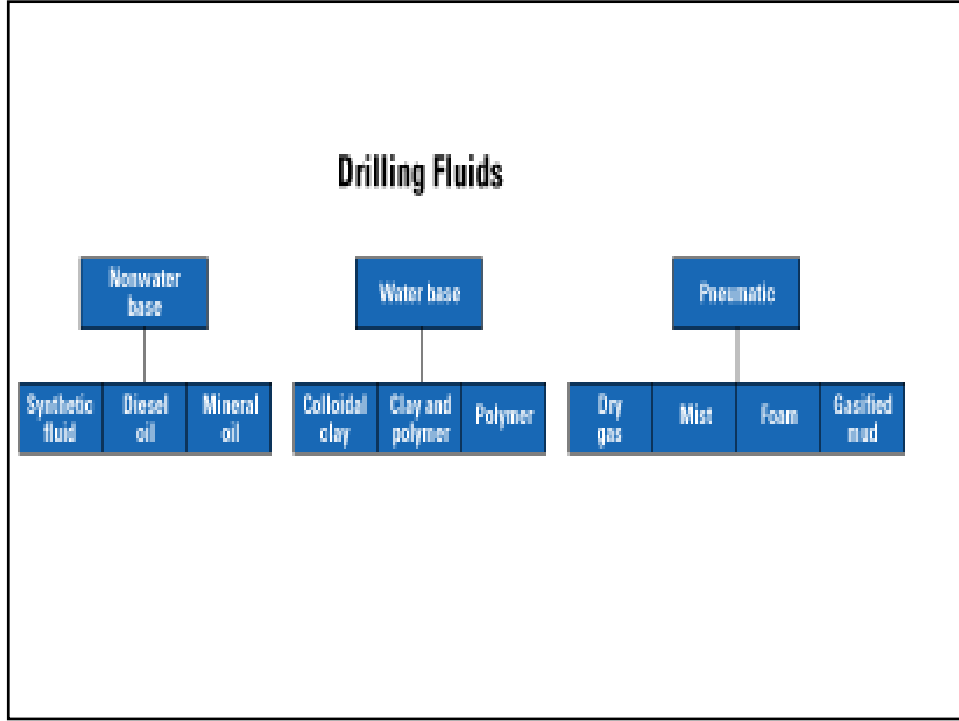
- Döner sondaj yöntemiyle çalışırken kuyuda dolaştırılan sıvılara **sondaj sıvıları** denir.
- 1901`li yıllarda döner sondaj yöntemi ile teknolojiye girmişlerdir.
- İlk kullanılan sondaj sıvısı su olmuştur.
- Zamanla sondaj sırasında geçilen formasyonlardan suya karışan killere oluşan süspansiyonların sondajı olumlu yönde etkilediği görülmüş ve böylece **sondaj çamurları** ortaya çıkmıştır.
- Modern anlamda sondaj çamuru 1921 yılında çamura özelliklerini kontrol etmek amacıyla farklı katkı maddelerin katılmasıyla elde edilmiştir.
- Sondaj sıvılarındaki gelişmelerin çoğu petrol endüstrisinde meydana gelmiş ve daha sonra su kuyuları endüstrisinde uygulanmışlardır.
- Günümüzde sondaj sıvı sistemleri rotary metodu ile açılmış derin kuyu delikleri için önemli bir maliyet oluşturmaktadır. Dolayısıyla, sondaj operasyonunun başarısı, sondörün sondaj sıvısının fiziksel özelliklerini kontrol etme kabiliyeti ile belirlenebilir.

Sondaj Sıvılarının Görevleri

- Tabanın temizlenmesi
- Kesintilerin yeryüzeyine taşınması
- Kesintilerin çökmesini önleme
- Matkabin ve boruların soğutulması ve yağlanması
- Göçmeye ve oluk oluşumuna engel olma
- Geçirimsiz bir pastanın oluşumu
- Yüksek formasyon basınçlarını kontrol etme
- Korozyona karşı koruma

Sondaj Sıvıları Türleri

- Su kuyusu endüstrisinden kullanılan sondaj sıvıları **su tabanlı ve hava tabanlı sistemlerdir.**
- Petrol tabanlı sıvılar yaygın olarak doğal gaz ve petrol sondajlarında kullanılırlar, su kuyularının açımında kullanılmazlar.
- Su tabanlı sondaj sıvıları; sıvı bir faz, süspansiyon halindeki (kolloidal) bir faz ve sondaj sırasında geçilen birimlerin kesintilerinden oluşmaktadır. Kolloidal faz hacimsel olarak <math><1-50\%</math> değişebilir.
- Hava tabanlı sondaj sıvıları sadece kuru bir hava fazı içerebilirler, fakat sıkça ilave edilen surfaktantdan(sabun) köpük oluşturmak için az miktarda su eklenirler.Oluşan köpüğü katılaştırmak için bazen az miktarlarda kil ve polimer ilave edilebilir.
- Sondaj sıvılarından su ve kuru hava yalnız başına kullanılabilir, fakat çok farklı türlerdeki katkı maddeleri sondaj sıvılarına eklenerek sondaj sıvılarının fiziksel ve kimyasal özellikleri kontrol altına alınır ve bu sayede de sondaj sıvılarının sondaj operasyonunda başarılı bir şekilde uygulanması sağlanır.



Sondaj Sıvı Türleri

- Sondaj sıvısı katkı maddeleri : killer, polimerler, ve surfaktantlar.
- Killer ve polimerler yaygın olarak su tabanlı sondaj sıvılarına ilave edilirler.
- Surfaktanlar ve bazen killer yada polimerler kuru hava sistemlerine ilave edilirler.
- Kil katkılı sular yüksek katı maddeli bir sondaj sıvısı oluştururken, polimer ve su karışımı düşük katı madde içerikli bir sondaj sıvısı oluşturur.
- Su kuyusu endüstrisinde sondaj sıvısı terimi değişik anlamlara gelmektedir: temiz su, kuru hava, su ile sıvı katkı madde karışımı, su içerisinde askıda katılar, hava içerisinde yayılmış su damlacıkları, su ve surfaktant karışımı, hava içerisinde yayılmış su,surfaktant ve kolloid karışımı
- Sondaj sıvılarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini ayarlamak için ayrıca bir çok özel katkı maddesi eklenmektedir.
 - İnçelticiler yada viskozite düşürücüler
 - Su kaybı azaltıcılar
 - Kaçak önleyiciler
 - Ağırlaştırıcı maddeler
 - Korozyon önleyiciler
 - Flok oluşturucular
 - Filtrat azaltıcılar
 - Bozulmayı önleyici kimyasal maddeler vb..

Sondaj Sıvıları

- Seçilen sondaj sıvı sisteminin başarısı sondaj yerinin stratigrafisine ve mevcut olan aletlere bağlı olacaktır.
- Sondaj yerinin uzaklığı, sondaj aletlerinin ve su kaynaklarının mevcudiyeti, çevresel kanunlar, sondörün tecrübesi sondaj sıvısı sisteminin seçiminde ayrıca önemli rol oynanabilir.
- Kil ve polimer katkılı su tabanlı sondaj sıvıları tipik olarak konsolide olmamış formasyonlarda kullanılırlar. Hava tabanlı sondaj sıvıları iyi derecede konsolide olmuş yada yarı konsolide olmuş kayalarda ve sedimanlarda kullanılırlar.
- Temiz su konsolide olmamış, yarı konsolide olmuş ve şişmeyen sedimanlar içerisinde ters rotary sondaj ekipmanı ile açılmış kuyularda kullanılırlar.
- Sondaj sıvı sistemlerinin başarısı, temel olarak su karışımının fiziksel ve kimyasal özelliklerine, seçilen katkı madde türlerine, sondaj yapılan formasyon içerisindeki hem kesintilerin hem de suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır.

Su kuyusu endüstrisinde kullanılan ana sondaj sıvıları

- Su tabanlı sondaj sıvıları
 - Temiz su
 - Kil katkılı su
 - Polimer katkılı su
 - Polimer ve kil katkılı su
- Hava tabanlı sondaj sıvıları
 - Kuru hava
 - Çise(mist): Hava ile birlikte sirküle eden su damlaçıkları
 - Köpük (Foam): Hava balonçukları köpük duraylaştırıcı surfaktant içeren bir su filmi tarafından sarılmaktadır.
 - Katı Köpük (stiff foam): Polimer ve bentonit gibi film güçlendirici malzemeler içeren köpük

Su tabanlı sondaj sıvılarının özellikleri

- Yoğunluk
- Viskozite
- Sıvı kaybı
- Jel kuvveti ve tixotropi
- Yağlama potansiyeli

Yoğunluk

- Uygun sondaj sıvısı yoğunluğunun seçimi ve sağlanması kuyu deliğinin yıkılmasını ve delik içerisinde suyun akışını önler. Açık bir delik muhafaza etmek için sondaj sıvısı tarafından uygulanan basınç akifer içerisindeki gözenek basıncını (su ve gaz) aşmamalıdır.
- Sondaj çamurunun yoğunluğu içinde bulunan maddelerin (su ve kil) yoğunluk ve miktarlarına bağlıdır.
- Kullanılan su miktarı kilde fazla olduğundan çamurun yoğunluğu suyunkine bağlıdır (%6 kil ile hazırlanan çamurun yoğunluğu = 1,125 g/cm³)
- Gereğinde katılacak katkı maddeleri ile çamurun yoğunluğu ayarlanabilir.
- Yüksek basınçlı formasyonların geçilmesinde çamurun yoğunluğu 2,5 g/cm³ e kadar çıkabilir.
 - Zayıf ve çamurun hidrostatik basıncı ile çatlamanın formasyonların geçilmesinde yoğunluğun 1 den küçük değerlere düşürülmesi gerekebilir.
 - Yoğunluğu artırmak için yoğunluğu fazla olan barit gibi maddeler kullanılırken, azaltmak için çamura petrol, hava vb. gibi akışkanlar katılır.
 - Yoğunluk ayarlamak masraflı ve zahmetli bir iştir.
 - Düşük ağırlıklı çamurla yapılan sondaja underbalanced, ağır çamurla yapılan sondaja overbalanced, formasyon basıncına eşdeğer ağırlıkla yapılan sondajda balanced sondaj denir.
 - Çamurun yoğunluğu sondaj sırasında içine karışan kesinitilerle, gazlarla değiştiği gibi basınç ve sıcaklıklarda değişir. İçindeki gaz ve kesinitilerden arındırılmış çamurun yoğunluğu dolaşım sırasında kuyudaki çamurun yoğunluğundan farklıdır. Çamurun kuyudaki hidrostatik basıncı hesaplanırken bunun dikkate alınması gerekir.

Sondaj sıvı katkı maddelerinin yoğunlukları

	Yoğunluk (g/cm ³)
Su	1.0
Barit	4.3
Kil	2.5
Tuz	
NaCl	2.165
CaCl ₂	2.150

Yoğunluk

- Sondaj sıvısının yoğunluğundaki aşırı artışı sondaj işlemini ve kuyu tamamlama prosesini 4 şekilde etkileyebilir.
 - Sondaj sırasında büyük hacimlerde sondaj sıvısı ve kesintiler akifer içerisine sokulabilir. Bunların kuyunun tamamlanması sırasında uzaklaştırılması oldukça zordur, özellikle sondaj sıvısında kil katkı maddeleri kullanılıyor ise
 - Yüksek oranda sıvı kaybından dolayı malzeme maliyeti artar, özellikle su karışımının maliyetinin yüksek olduğu yerlerde
 - Sondajın ilerleme hızı azaltılır
 - Örnek toplama çok zordur ve daha az güvenilirdir çünkü kesintiler yüzeyde sondaj sıvısından ayrılmazlar.
 - Çamur pompasından yıpranma artar çünkü çamur pompası yüksek oranda gereksiz katının tekrardan sirkülasyonunu sağlamaktadır.
 - Pompaj maliyeti artar çünkü katılar devamlı olarak sirkülasyona katılmaktadırlar.

Çamur terazisi



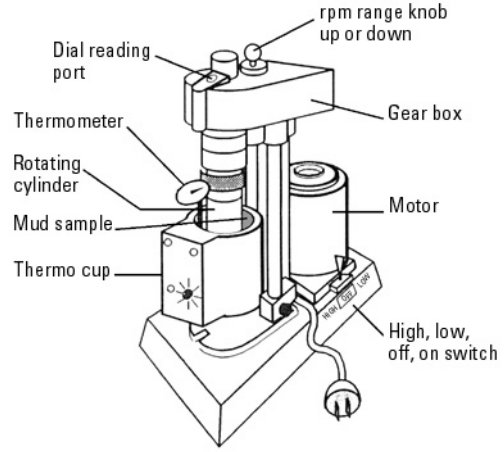
–Çamurun yoğunluğu genellikle çamur terazisi (mud balance) denilen bir aletle ölçülür. Alet uzun bir kol uçuunda kabı olan basit bir terazidir. Üzerinde çamurun yoğunluğunu ve yapacağı hidrostatik basınç gösteren 4 ayrı bölüm düzeni vardır. Yoğunluk hidrometre ile de ölçülebilir.

Viskozite

- Her sıvının olduğu gibi sondaj çamurlarınının bir viskozitesi vardır ve vizkozite akmaya karşı akışkanın gösterdiği direnç olarak tanımlanır.
- Viskozite ve sondaj sıvısının yukarıya doğru olan hızı, sondaj sıvısının matkabın etrafındaki kesintileri uzaklaştırmadaki ve yukarıya doğru delikte hareket ettirmedeki kabiliyetini belirleyen en önemli faktörlerdir.
- Herhangi bir sondaj sıvısının viskozitesi
 - Kullanılan akışkan tabanının viskozitesine
 - Sondaj sıvısının birim hacmindeki katı danelerin miktarına
 - Katı danelerin şekli, büyüklüğü ve yoğunluğuna
 - Katı daneler arasındaki ve katı daneler ile taban akışkan arasındaki çekme ve itme kuvvetlerine
 - İri kum ve çakılları kaldırmak için genellikle yüksek viskoziteli sondaj sıvısı gerekmektedir. Düşük viskoziteli sıvılar ince kum ve siltleri kaldırmak için yeterlidir.
 - Yüzejde katıların ayrılması ve çökelimi ve sondaj sırasında matkap yüzeyinin temizlenmesi düşük viskoziteli ve düşük jel kuvvetli sondaj sıvıları tarafından sağlanır.
 - Viskozite ölçmekte kullanılan bir çok alet vardır. Bunlardan en tanınmış olanları FANN viskozimetresi ve Marsh hunisidir.

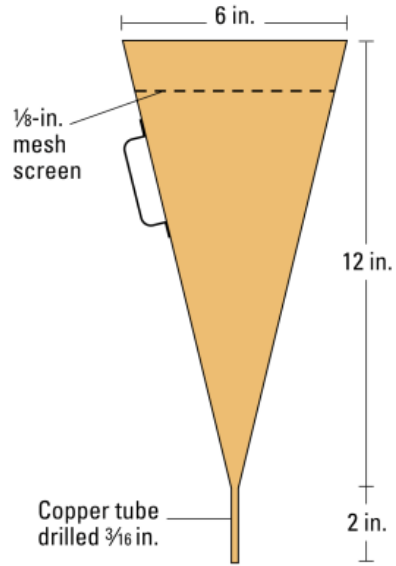
Fann Viskozimetresi

- Bir rotasyon viskozimetresidir; motor, hız değıştirci, dönme silindiri ile bunun içerisine yerleştirilen burulma silindirinden oluşur. Viskozite ölçülecek çamur silindirik özel bir kaba konular, rotasyon ve burulma silindiri iyice çamur içine dalıncaya kadar yukarıya kaldırılıp tespit edilir. Motor araçılığıyla rotasyon silindiri döndürölür. Dönme hareketi, çamur araçılığıyla burulma silindirine iletilir. Bunun uçuna gösterge bağılıdır ve göstergeden viskozite m. Pa. sn cinsinden okunur. Rotasyon silindiri 6 değışik hızla dönebilir. Alet 600 dev. Dak hızla dönerken göstergede okunan değerin yarısı görünür viskoziteyi, 600 dev. Dak okunan değerdan 300 dev.dak okunan değerdan çıkarılarak plastik viskozite ölçölür.



Marsh Hunisi

- Sondaj yapılırken çamurun viskozitesinin çabucak saptamaya yarar. 1,5 lt hacminde bir hunidir. Konik bir gövdesi vardır. Altına bakır bir boru bağlanmıştır. Üzerinde yarısını kaplayan bir süzgeç vardır. Viskozite, 1500 cm lik çamurun 1000 cm³ ünün akış süresidir ve saniye olarak verilir. Bu değerd eşit hacimli suyun huniden boşalması için geçen zaman göre kalibre edilir (26 sn, 21 C). Elde edilen viskozite görünür viskozitedi ve marsh hunisi viskozitesi olarak bilinir.
- İnce kum= 35-45 sn
- İri kum= 55-65 sn
- Çakıl = 65-75 sn
- İri Çakıl= 75-85 sn



Jel Kuvvet ve Tixotropi

- Sondaj çamurunun diğer akışkanlardan ayıran önemli özellik içinde jel yapıları oluşabilmesidir. Bu özelliğin sondaj tekniği yönteminde önemi büyüktür. Çamur hareketsiz kaldığından jel kuvveti artar. Bu kesintilerin aşağı doğru çökmesini zorlaştırır ve herhangi bir nedenle sondaj çamurunun dolaşımı durduğunda çamurla birlikte delikte bulunan kesintiler dibeye çökerek takım sıkışmalarına neden olmaları önlenmiş olur. Durduğu zaman artan jel kuvvetinin dolaşım başladığında azalması gerekir. Aksi takdirde dolaşımı sağlamak için çok yüksek pompa basıncı gerekir. Çamurun bu özelliğine yani dinlendiğinde jel kuvvetinin artması harekete geçtiğinde tekrar azalmasına tixotropik özellik denir.
- Fann viskozimetresi ile ölçülür. 0 dak ve 10 dak. Jel kuvvetleri ölçülür. Bunları farkı tixotropik değerdir. Jel kuvveti değeri fann viskozimetrede okunan değerler 0,48 katsayısı ile çarpılarak bulunur.
- Jel kuvveti 0 olan çamurlarda viskozite 80-90 sn kadar çıkabilir.
- Su emmeyen killerle ve petrol bazlı çamurların tixotropisi düşüktür.
- Genellikle az miktarda tuz, çimento kil çamurları ile ağırlığı çok artırılmış çamurların jel kuvveti yüksektir.

İyi bir çamurun viskozite ve jel kuvveti değerleri

Viskozite (1500/1000) sn	Tixotropi (Pa)	Düşünceler
30-60	0-0,3	Çok düşük
30-60	0,3-1,5	İyi
30-60	1,5-7,5	Maksimum
30-60	3-13,5	Çok fazla, tehlikeli

Kum ve katı madde içeriği

- Sondaj sırasında amuraya karışan kum daneleri ve ince kesintilerin eleklerde ayrılmayıp çamurda kalması bazı sorunlara yol açar; boruların aşınmasına neden olur, viskozite ve yoğunluğu artırır.
- Çamurdaki kum oranının %2 den az olması istenir. Fazla ise azaltılması gerekir. Bu amaçla geniş yüzeyli derinliği az tanklardan geçirilerek kum danelerinin dibeye çökerek ayrılmaları sağlanır.
- amurlardaki kum miktarı kum tüpü ile saptanır. Alt uçu konik ve üzerinde % bölümleri bulunan tüpün iki çizgisi vardır. Alt çizgisine kadar çamur, üst çizgisine kadar su konulur ve çalkalanır. Karışım özel bir eleğe boşaltılıp su ile yıkanır. Elekte biriken tekrar kum tüpü içerisine ilave edilir ve tüpün dibinde dinlenmeye bırakılır ve % cinsinden mikrarı okunur.

Sondaj amurunun diğer özellikleri

- pH; çamurun viskozitesi yönünden önemlidir. 8-9 çıvarında ise viskozite minimumdur. Bunun dışındaki değerlerde viskozite artar. Bu nedenle ara sıra ölçülür.
- İyi pompalabilme
- Çevreyi kirletmemeli
- Formasyon akışkanlarına duyarsız olmalı
- Formasyonların stabilitesini bozmamalı

Sondaj amuru yapmakta kullanılan killer

- Killer, kimyasal yönden hidrate alüminyum silikatlardır, 3 grupta toplanırlar
 - Kaolen grubu
 - Bentonit grubu
 - Sulu mikalar
- Çamur teknolojisi yönünden killer ikiye ayrılırlar.
- Bentonitler = içinde büyük ölçüde montmorillonit bulunan killerdir. Kolloidal, tixotropik ve sıva yapma özellikleri fazladır.
- Diğer killer= saf deęildirler, değişik oranlarda kaolonit, montmorillonit ve sulu mika ile toprak vardır.
- Çamur verimlerine göre killer şöyle tanımlanırlar

Çamur verimlerine göre killer

Killer	amur verimi m ³ çamur/ton kil
Bentonit	15
Metabentonit	10
A- Kalite kil	3-9
Düşük dereceli kil	1-3

Çamura Katılan Koruyucu ve Yardımcı Maddeler

- Sondaj sırasında geçilen formasyonlardan çamura karışan sular ve kesintiler çamurun özelliğinin bozulmasına neden olabilirler. Çamurun bozulmasına, su kaybı ve viskozitesinin artmasına engel olmak, bozulmuşsa düzeltilmesini sağlamak, veya gerekli durumlarda ağırlığını artırmak gibi amaçlarla bazı katkı maddeleri kullanılır. Bunlar kullanım amaçlarına göre şöyle sıralanabilirler.
 1. Viskozite düşürücüler
 2. Su kaybı azaltıcılar
 3. Ağırlaştırıcılar
 4. Kaçak Önleyiciler

Viskozite düşürücüler (Thinning agent)

- Dispersanlar, incelticiler veya sıvılaştırıcılar da denilir.
- Katılan maddelerle viskozitenin başlangıçta düşürülmesi yanısıra bu etkinin uzun süreli olması önemlidir.
- Sondaj çamurlarında inceltici olarak en yaygın kullanılan fosfatlar; Sodyum asid polifosfat, sodyun meta fosfat, sodyum tetrafosfat.
- Sıcaklık sondajlarda çamur üzerine etki eden önemli unsurlarından biridir. Sıcaklık çamurda viskozite ve jeli artırır. Çamura katılan incelticiler örneğin fosfatlar 55C de ortafosfatlara dönüşmeye başlarlar. Sıcaklık artıkça dönüşüm hızı artar ve çamurun özelliklerini korumak için kullanılması gereken miktarlarda artar.

Su Kaybı Azaltıcı Maddeler

- Çamurun fazla olan su kaybını azaltmak amacıyla, aynı zamanda çamurun koloidal yapısını dışardan gelecek etkilere karşı korurlar.
- Doğal maddeler: Bentonit, Petrol
- Yarısentetik maddeler: Carboxymetycellulose
- Tam sentetik maddeler: molekül ağırlığı yüksek polimerlerdir. Özellikle tuzlu su çamurlarından ve kalsiyumu düşük çamurlarda kullanılmaktadır. Pahalı olduklarından fazla kullanılmazlar.

Ağırlaştırıcılar

- Sondaj sırasında geçilen tabakalarda yüksek basınçlı akışkanlara rastlanması veya tabakaların plastik deformasyonla kuyu içine akma eğilimi göstermesi halinde çamurun ağırlığının artırılarak basınçın karşılanması gerekir.
- Kalsiyum karbonat, Barit, Baryum karbonat, hematit ve kurşun oksit kullanılan bazı çamur ağırlaştırıcı katkı maddeleridir.

Çamur Türleri

- Sondaj çamurları, sondajın sağlıklı yapılabilmesi için geçilen tabakaların yapılarına ve yeraltı koşullarına uygun çamur kullanılmalıdır. Sondaj çamurları genellikle iki ana gruba ayrılır: su bazlı çamurlar, petrol bazlı çamurlar. Ayrıca polimer çamurları ve özel amaçlı çamurlarda yapılmaktadır.
- Çamur Türleri:
 1. Doğal çamurlar
 2. Tatlısu çamurlar, NaCl %1den Ca iyonu 120 ppm den az, (fosfat çamurları, kostik çamurlar, lignosülfatlı çamurlar)
 3. Kalsiyum çamurları (Kalsiyum %0,12den az)
 4. Tuzlusu çamurlar (NaCl>%1)
 5. Petrol bazlı çamurlar
 6. Polimer çamurları
 7. Emülsüyon çamurları (su+ %15 petrol)
 8. Düşük katı madde içerikli çamurlar (katı madde içeriği hacimsel olarak %7den az)

Çamur Havuzlarının Dizaynı

- Genellikle, çamur havuzunun hacimi, bitmiş deliğin hacminin 1,5-3 katı olmalıdır.
- Ters rotary sondajlar için, sondaj sıvı kayıpları genellikle yüksektir. Havuzun hacmi genellikle bitirilmiş delik hacminin 3 katıdır.
- Askıdaki kesinitleri etkin bir şekilde uzaklaştırmak için, havuz 2 kısımdan oluşur: Çökelme ve emme havuzları
- Çoğu sondörler her iki görevi gören tek bir havuz kullanırlar. Çamur tankları içersinde hareket ederken, sondaj çamurlarının hızı mümkün olduğu kadar az olmalıdır.
- Genişten ziyade derin havuzlar sondaj çamurunun hızını azaltmada başarılıdır.
- Tek bir havuz kullanıldığında, havuzun tabanı emme noktasına doğru eğimlidir. Emme hortumu, havuzu tabanı üzerine yerleştirilmelidir.