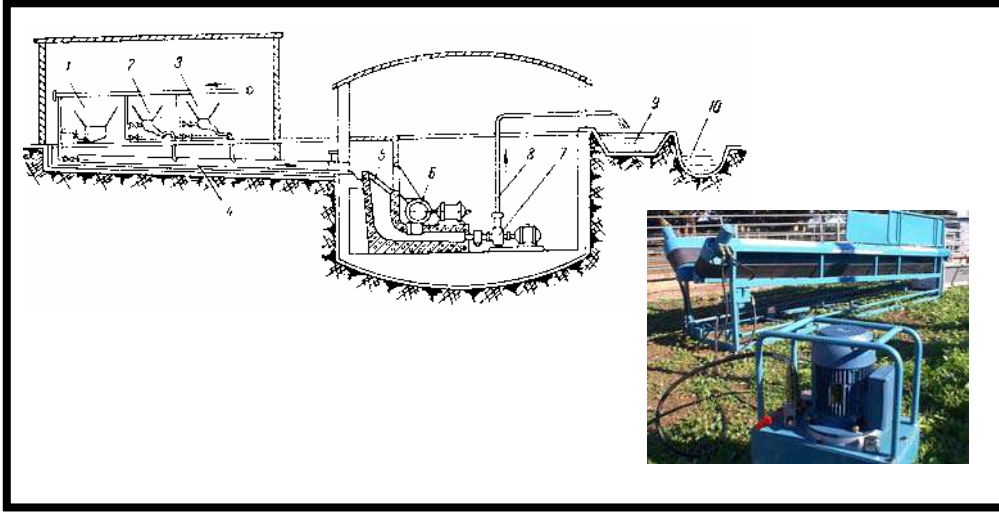


BÖLÜM 11.

HİDROLİK TRANSPORT MAKİNALARI



11.1. GİRİŞ

Hidrolik transport, dökme malzemelerin borular veya tekneler (kanallar) boyunca bir su akımı içinde taşınmasıdır. Malzeme ve suyun oluşturduğu karışıma genellikle *hamur* adı verilir. Basınçlı transport düzenlerinde hamur, seviyeler arasındaki doğal farkın yarattığı basınçla ya da pompalar veya hidrolik yükselticiler gibi hidrolik düzenekler aracılığıyla; tekneler içinde ise aşağı doğru eğimden doğan ağırlık akımı ile hareket eder.

Hidrolik transport makinaları, endüstrinin birçok dalında ve inşaat işlerinde kullanılırlar. Elektrik santrallerinde kül ve cürufun kazan dairesinden uzaklaştırılmasında, maden ocaklarında cevherin aynadan koparılması ve taşınmasında ve cevher zenginleştirme tesislerinde cürufun uzaklaştırılmasında sık sık hidrolik konveyörler kullanılırlar. Ayrıca büyük binaların yapımında da hidrolik mekanik yöntemler geniş kullanım alanı bulurlar.

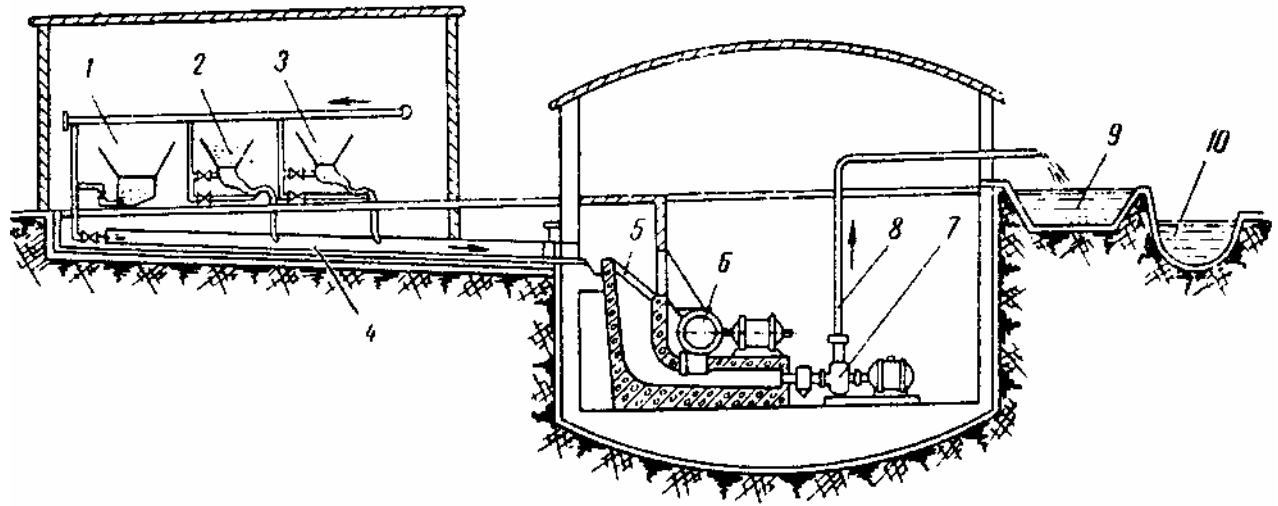
Hidrolik transport makinalarının genel üstünlükleri olarak; yüksek kapasite ve önemli taşıma uzunluğu, oldukça basit donatım ve genellikle düşük işletme maliyetleri ve ayrıca taşıma sırasında maden cüruflarının ıslatılması ve tane biçimine getirilmesi, soğutma, yıkama ve yoğunlaştırma gibi belli teknolojik süreçlerin uygulanma olasılıkları sayılabilir.

Kapalı işletmelerde çalışırken artan hava nemliliği, alçak dış sıcaklıklarda suyun donması, suyla taşınacak malzemelerin sınırlı olması ve yüksek su tüketimi hidrolik transport makinalarının başlıca sakıncalarını oluştururlar.

Hamurun su/yük oranındaki değişmelere ve su tüketimi veya hızına bağlı olarak yatay bir boru hattındaki hamur aşağıdaki üç yoldan biriyle taşınır:

- Borunun tabanını kaplayan bir malzeme tabakası üzerinde.
- Tabandaki sert parçacıkların bir bölümünün titreşimi ve süspansiyon halindeki daha küçük parçacıkların sürekli hareketi yardımıyla.
- Süspansiyon halindeki bütün sert parçacıkların, tüm boru kesiti boyunca hareketi yardımıyla.

Bir elektrik santralının kazan dairesinde cüruf ve külün atılmasına yarayan bir hidrolik donanımın şeması Şekil 11.1'de görülmektedir. Cüruf ve kül (1), (2) ve (3) yükleme teknelerinden (4) eğimli taşıma kanalına yüklenmektedir. Buraya akan su bunları alıp (5) madeni ızgarasına getirir. Büyük parçalar (6) cüruf kırıcısına düşerler ve burada kırılarak hamura karışırlar. (7) pompası bu hamuru (8) boru hattıyla (9) atık yerine basar. Burada kum ve cüruf çöker, su ise (10) havuzuna akar.

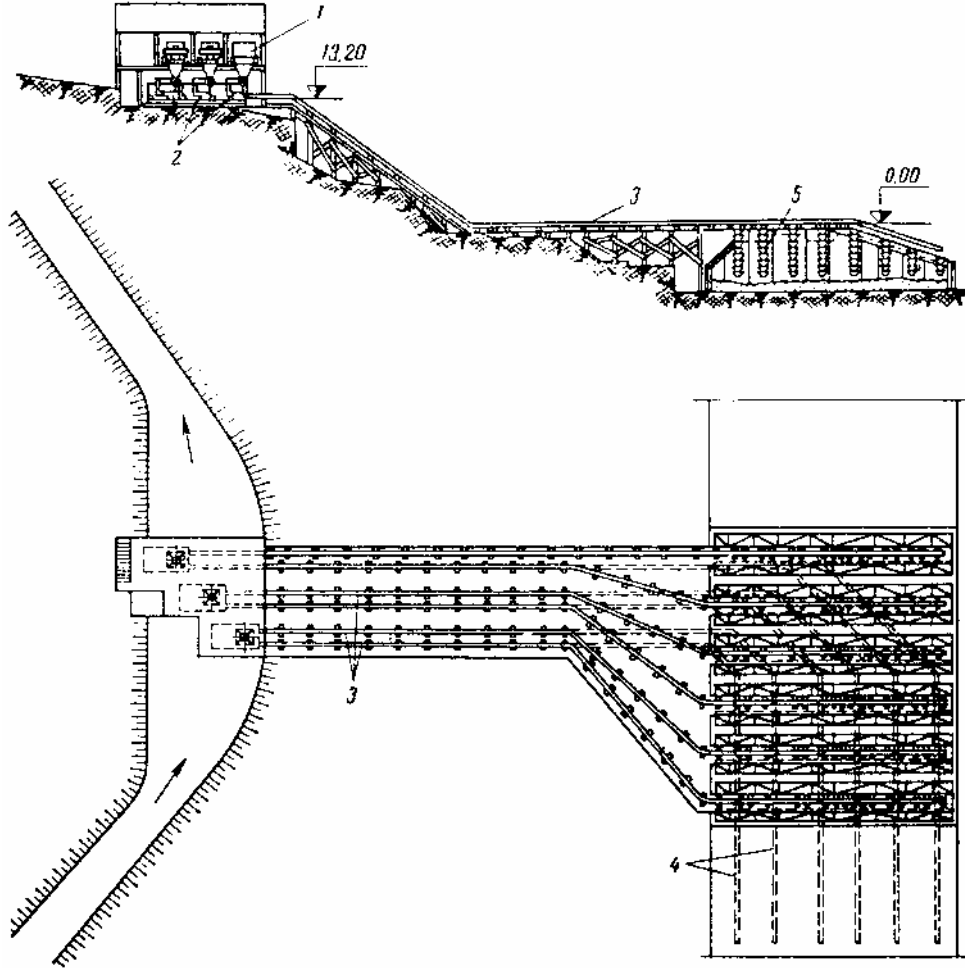


Şekil 11.1 Hidrolik transport donanımı

Hidrolik taşımanın tipik bir örneği su ile kazıdır. Su ile kum, cüruf ve kırılmış cevher karışımı borularla yüzeyden alınarak işleme yerine taşınır.

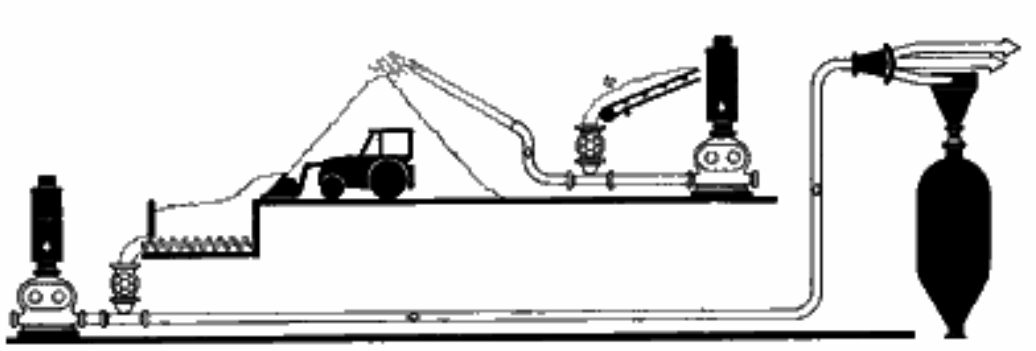
Regülatör ve baraj yapımında kullanılan hidrolik taşıma uygulamalarından biri de beton pompalama istasyonlarıdır. Beton karışımını merkezi toplama ve dağıtma noktasından inşaat halindeki bütün baraj kapaklarına göndermekte kullanılan bir donanımı Şekil 11.2'de görülmektedir. (1) damperli kamyonları beton karışımını 1 [km] kadar uzaklıktaki beton

santralından taşılırlar. Kamyonlar burada kasalarını kaldırarak betonu (2) beton pompalarının üzerinde bulunan yükleme haznelerine boşaltırlar. Pompalar karışımı, basınç altında (3) ve (4) eğimli yatay beton borular aracılığıyla asılı durumdaki (5) basma ağızlarına basarlar. Bu ağızlar hazırlanmış donatım kafesinin üzerinde bulunurlar. Bu tür donanımlarda betonun maksimum pompalanma uzaklığı 300 [m] dir.

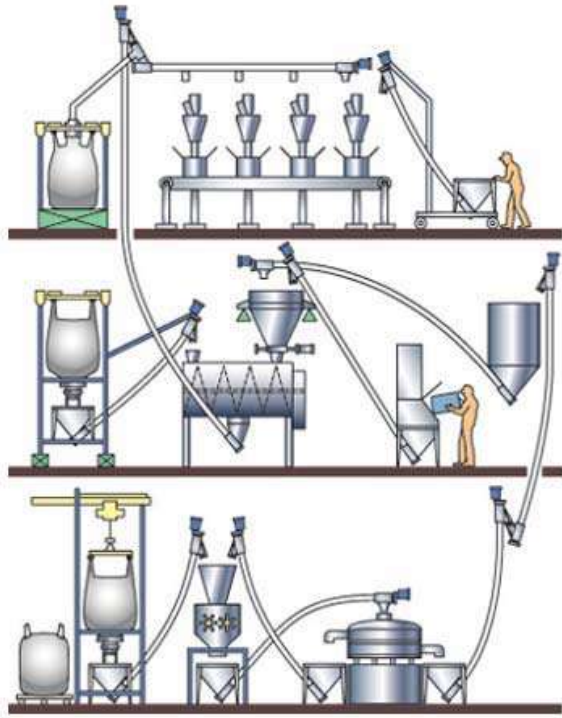


Şekil 11.2 Beton pompalama donanımı

Hidrolik transport makinalarına ait örnekler Şekil 11.3'de görülmektedir. Şekil 11.3a'da bir maden ocağında kullanılan hidrolik konveyör, Şekil 11.3b'de kimya tesisinde kullanılan bir hidrolik konveyör, Şekil 11.3c'de bir hamur hazırlama ünitesinde kullanılan hidrolik konveyör ve Şekil 11.3d'de bir beton santralinde kullanılan hidrolik konveyör görülmektedir.



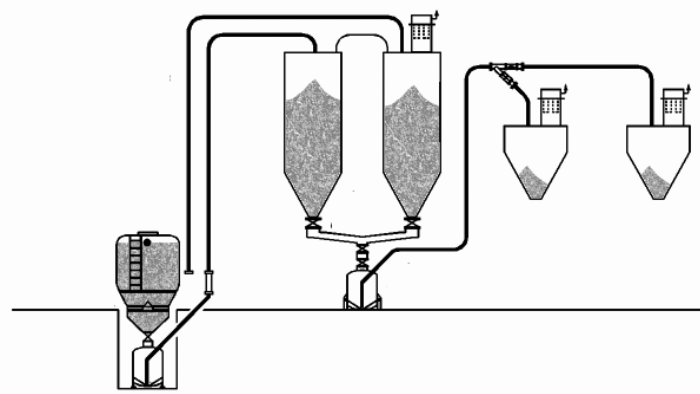
(a)



(b)



(c)

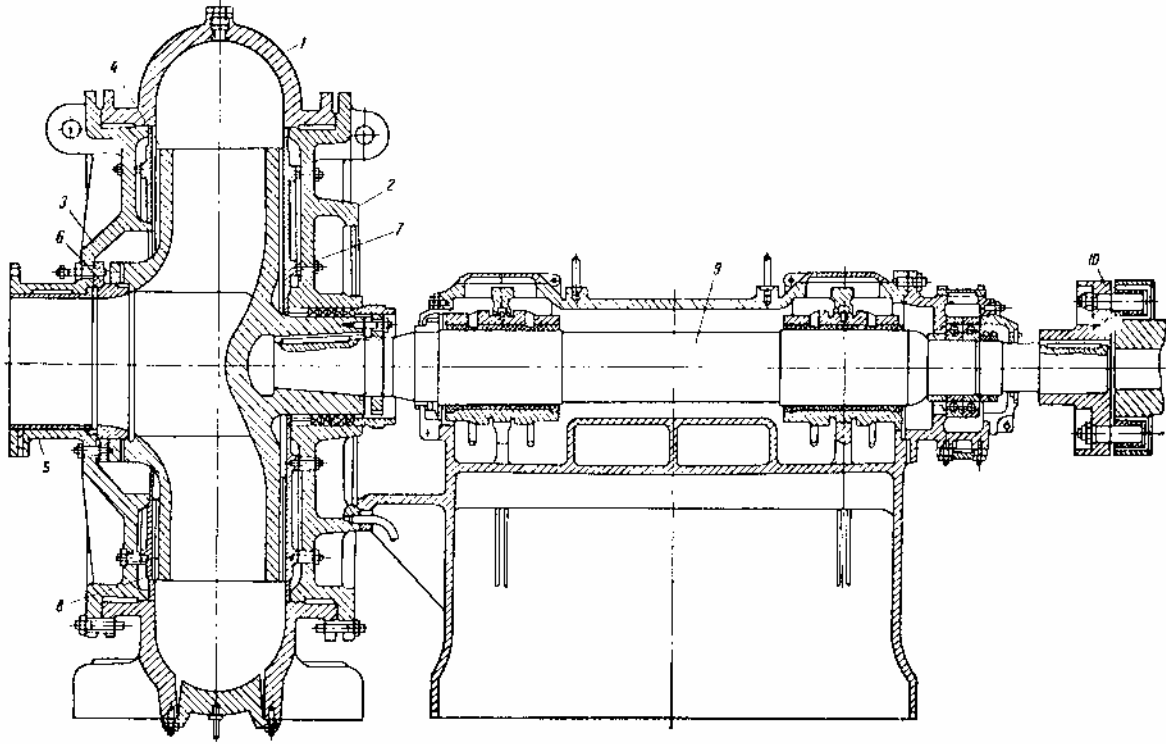


(d)

Şekil 11.3 Hidrolik transport makinalarına örnekler

11.2. HİDROLİK TRANSPORT MAKİNALARI İÇİN BESLEYİCİLER

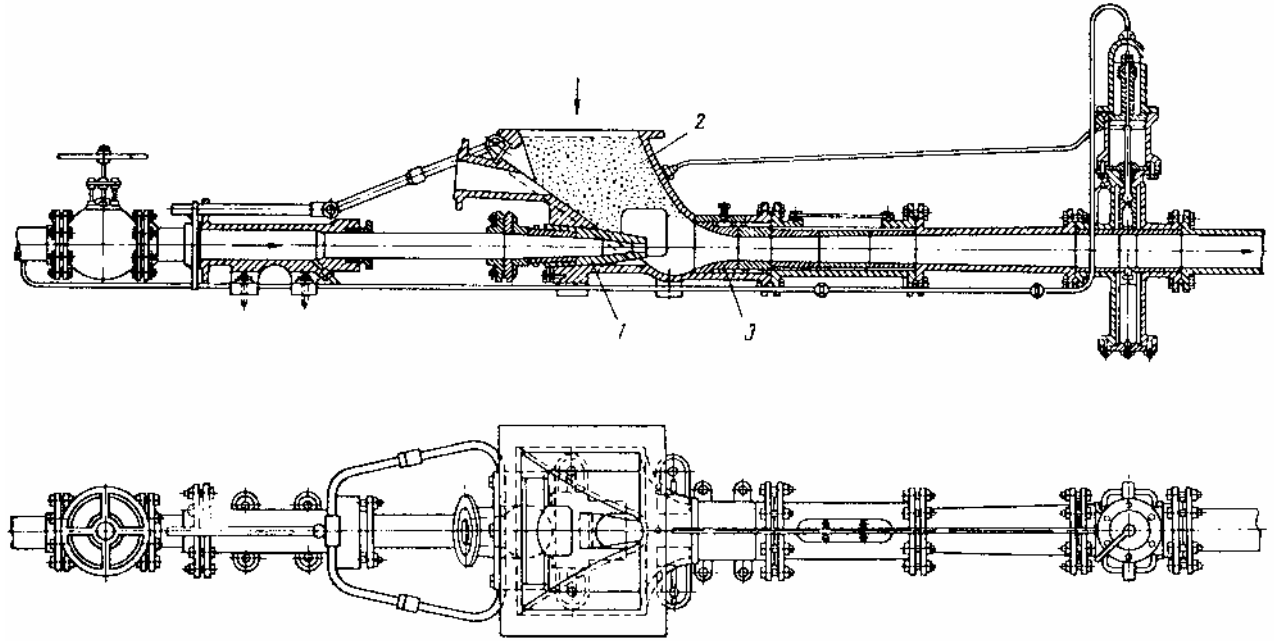
Hidrolik transport makinalarında, malzemeyi hamur hattına vermek için değişik türde besleyiciler kullanılır. Tipik ve en çok kullanılanları pompalar ve hidrolik yükselticilerdir (elevatörler). Hamuru büyük uzaklıklara taşımak üzere tasarlanmış tek kademeli bir santrifüj pompa Şekil 11.4’de görülmektedir. Pompa, hamuru salyangozdaki eksenel deliklerden çeker ve salyangoza bağlı hamur hattına basar. Şekilde; (1) salyangozu, (2) basınç bölümü kapağını, (3) emme bölümü kapağını, (4) rotoru, (5) koruyucu burcu, (6) ayar bileziğini, (7) ve (8) değiştirilebilir tablaları, (9) pompa milini ve (10) kavramayı göstermektedir.



Şekil 11.4 Tek kademeli santrifüj karışım pompası

Birçok pompa tasarımında, hamuru uzağa pompalamak için direkt emmeye izin verilmez; kalkış su ile yapılır. Pompa pervanesi önemli ölçüde aşınmaya maruzdur. Bunun derecesi taşınan malzemenin aşındırıcılığına, parça boyutuna ve hidrolik basma yüksekliğine bağlıdır. Pervane genellikle yüksek karbonlu veya manganlı çelikten, bazen de dökme demirden yapılır. Dökme demir parçaları ise değiştirilebilirler.

Su jetinin yüksek hızını yüksek basınca dönüştürerek, dökme malzemeyi yüksek basınçlı hamur hattına basmaya yarayan bir hidrolik elevatör Şekil 11.5’de verilmiştir. 25 [atü] basınçtaki su, (1) ejektörü yardımıyla hidrolik elevatöre beslenir. Hız basıncı, statik basınca dönüştürüldükten ve malzeme (2) honisinden alındıktan sonra; (3) yayıcısının arkasındaki basınç 7 [atü] olur. Bu basınç, hamuru pompasız 1 [km] den daha fazla uzaklığa gönderebilir. Bazı durumlarda ejektörü terk eden suyun kuvveti, taşınan külü parçalamaya yeterlidir.



Şekil 11.5 Hidrolik elevatör

11.3. HİDROLİK TRANSPORT MAKİNALARIN HESABI

Hidrolik transport makinalarının hesabı için gerekli ilk veriler: Kapasite Q [t/saat], hamur hattı ve geometrisi, yük parçacıklarının granülometrik birleşimi ve γ'_y [t/m^3] özgül ağırlığıdır. Hesap sonunda; gerekli hız [m/s], su tüketimi V_{su} [$m^3/saat$] ve yükseklik H [mSS] elde edilecektir.

Hamurun işletme hızı v [m] belirlemek için gerekli ölçütlerin birisi, parçacıkların düzgün (üniform) olarak su içinde yerleştikleri v_p hızı, yani hava içindeki kaldırma hızına benzer yani hidrolikte *hidrolik boyut* diye tanınan hızdır. Bu hız a' parçacık boyutuna, onun γ'_y özgül ağırlığına, sıvının viskozitesine ve diğer etkenlere bağlıdır.

Basitlik sağlamak üzere parçacıkların küresel biçimde olduğunu kabul edilirse, denge denkleminde,

$$\frac{\pi a'^3 (\gamma'_y - 1)}{6} = k \frac{\pi a'^2 v^2}{4} \quad (11.1)$$

elde edilir. Burada k katsayısının ampirik değeri yerine konulursa; parçacıkların düzgün yerleşme hızı olarak

$$v_p = 0,55 \sqrt{a' (\gamma'_y - 1)} \quad [m/s] \quad (11.2)$$

bulunur. Burada a' parçacık boyutu [cm] birimindedir. Hamurun işletme hızı, genellikle bu hızın 3-4 katı olarak alınır: $v \approx (3-4)v_p$. Hamurun işletme hızı ayrıca Tablo 11.1'den de

alınabilir. Tablo 11.1’de basınçlı hidrolik yöntemle toprağın taşınmasına ilişkin verileri içermektedir.

Tablo 11.1 Kanal tabanına çökeltme olmaksızın toprak taşınmasında kritik yükler için hamur hızları

Parçacık boyutu a' [mm]	d_b boru çapları [mm]			
	$v = 200$ m/s	$v = 300$ m/s	$v = 400$ m/s	$v = 500$ m/s
0,5	1.63	2	2.28	2.53
1	1.95	2.39	2.73	3.03
5	2.34	2.84	3.26	3.62
15	2.6	3.15	3.62	4.01

Yapılan araştırmalar kritik hızdan düşük hızlarda taşıma yapıldığında hamur hattı tabanında büyük parçacıklar tarafından ince bir çökelti tabakası oluşturulduğunu; ve bu durumda da özgül güç tüketiminin ve donatım aşınmasının azaldığını göstermiştir. Kritik hız, malzemenin hamur hattı tabanında hiçbir çökelti vermeden gidebildiği en düşük hızdır.

Malzemenin hareket edebilmesi için hamurun belli bir kararlılıkta olması gerekir. Bu da belli bir x özgül su tüketimi gerektiği anlamına gelir. Bu tüketim saatte giden V_{su} [m^3 /saat] su hacminin katı haldeki V' [m^3 /saat] malzeme hacmine oranı olarak tanımlanır.

Özgül su tüketimi genellikle parçacık boyutuna bağlıdır ve parçacıkların boyutundaki artışla yükselir.

$$x = \frac{V_{su}}{V'} = 2 - 5 \quad (11.3)$$

Burada V' , malzemenin katı kütlesi (su ile karışmadan önceki tepeleme dolu malzeme hacmi) (hacimsel kapasite) olup, değeri malzemenin kırılmasını göz önüne alan katsayı olan k' ($k' > 1$) dikkate alındığında hacim değeri,

$$V = k' V' \quad [m^3/saat] \quad (11.4)$$

ile hesaplanır.

Toplam hamur tüketimi ise

$$V_h = V' + V_{su} = V'(1 + x) = V \frac{1 + x}{k'} \quad [m^3/saat] \quad (11.5)$$

dir.

Hamur hattı için değeri genellikle 125-800 [mm] arasında değişen gerekli boru çapı d_b [m] dikkate alındığında (11.5) ifadesi

$$V_h = 3600 \frac{\pi d_b^2}{4} v \quad [\text{m}^3/\text{saat}] \quad (11.6)$$

şeklini alır.

Borudaki su basıncı [mSS]; boru hattında hamurun hareketine karşı koyan direnci yenmek için gerekli basınçla, hamurun yürüyen kütesinin v hızı için gerekli basıncın toplamıdır. Yatay bir boru hattı için ilk direnç bileşeninin değeri (basınç kayıpları), doğrudan doğruya L [m] uzunluğu, λ hidrolik kayıplar katsayısı, v [m/s] hızının karesi ile doğru orantılı; d_b [m] boru hattı çapı ve g [m/s^2] yerçekimi ivmesiyle ters orantılı olup,

$$H = L \frac{\lambda}{d_b} \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} = \left(L \frac{\lambda}{d_b} + 1 \right) \frac{v^2}{2g} \quad [\text{mSS}] \quad (11.7)$$

şeklinde yazılabilir. Buradaki λ katsayısının değeri, küçük parçalı malzeme için

$$\lambda = \left(0,03 + \frac{0,0018}{\sqrt{v d_b}} \right) \gamma'_h \quad (11.8)$$

ifadesi kullanılmaktadır. Burada γ'_h hamurun özgül ağırlığı olup, değeri

$$\gamma'_h = \frac{V_{su} + V'_p \gamma'_p}{V_{su} + V'} \quad [\text{t/m}^3] \quad (11.10)$$

ile ifade edilir. Pratik olarak, normal hamur yoğunluğunda ve hızlardaki küçük parçalı malzemeler için λ değeri 0.04 – 0.045 arasındadır.