

ENDÜSTRİYEL ATIK SULARIN KULLANIMI İÇİN MODERN DOZAJ ÖLÇÜ VE KUMANDA TEKNIĞİ*

* Baden Württemberg Eyaleti Çevre Tekniği Firmalar Sempozyumundan alınmıştır

I. Ölçü Değerlendirme- Ölçü Teknikleri

- pH değeri
- Redoks potansiyeli
- İletkenlik
- Amperometrik sensörler (Cl₂, ClO₂, O₃)

II. Ölçü Çeviriciler/ Kontrol cihazları

- WS-Cihazları
- Dialog- Cihazlar
- Pompa Montajı

III. Sıvı Dozajlama Tekniği

- Elektromanyetik dozaj pompaları
- Motorlu dozaj pompaları

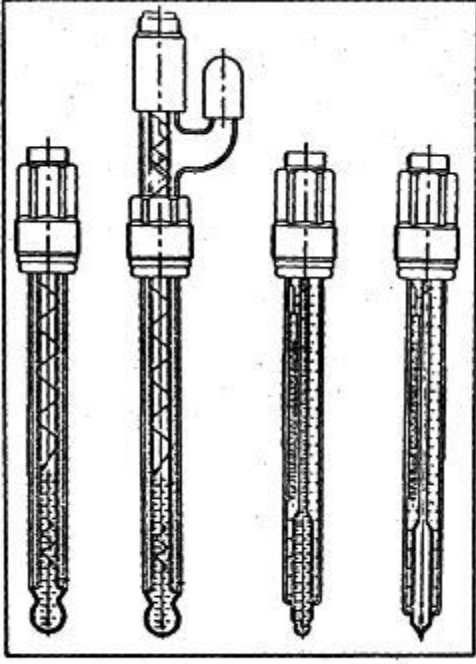
IV. Uygulamalar

- Klor dozajlaması
- Soğutma devresi
- Siyanit ve Kromat Temizleme

I. Ölçü Değerlendirme/ Ölçüm Teknikleri

Su hazırlama işlemi esnasında en çok ölçülen parametrelerden bir de pH- değeridir. Şekil I' de solda pH- problarının üç değişik uygulama şekli görülmektedir. Soldan itibaren ilk iki prob alışılmış yapıdadır. Soldaki jel benzeri bir referans elektroliti ve seramik diyaframı olan ve bakım gerektirmeyen bir probdur. Bu prob, 60 dereceye kadar olan ısılarla ve kirliliğin ve kimyasal maddelerin yoğun olmadığı durumlarda en sık kullanılan prob tipidir. En sık kullanıldığı alanlar, içme sularının, kullanma sularının ve yüzme havuzu sularının hazırlanmış işlemleridir. İkinci elektrot ise, sıvı KC1 doldurulabilen bir probdur ve genellikle 80 °C ısılarla kullanılır. İşletim esnasında poröz seramik diyaframdan geçen KC1- çözeltisi sabit miktarda kaldığından, ölçüm hassasiyeti sağlayabilmekte ve diyaframın tıkanması önlenildiği gibi, sıvının referans elektrodunun iç kısmına girmesi de engellenebilmektedir.

Üçüncü elektrot ise, kirlenmeye karşı büyük çapta dayanıklı olduğundan ve referans sistemine zararlı maddeler girmeyeceğinden, özel bir durum arz etmektedir. Referans sisteminde elektrolit olarak katı, KC1 ihtiva eden ve gümüş içermeyen bir polimer kullanılmıştır. Bu elektrotta, referans elektrodu ile ölçülecek sıvı arasındaki bağlantı, diyaframsız bir dairesel aralık ile sağlanmıştır. Böylelikle diyaframın kirlenmesi önlenmiştir. Bu elektrodun bir diğer avantajı da, gümüş ihtiva etmeyen elektrolitte sülfid ile bir kimyasal çökeltme reaksiyonu olmamasıdır. Oysa jel veya sıvı ile doldurulmuş referans elektrolitlerinde böyle bir reaksiyon, diyaframın tıkanmasına neden olabilmektedir. Dairesel aralıklı elektrot, kimyasal yüklenmenin ve kirliliğin aşırı miktarlarda olduğu durumlarda kullanılabilirdiği gibi, 16 bar' a kadar basınca dayanıklıdır v 100 °C' ye kadar ısılarla uygulanabilmektedir.

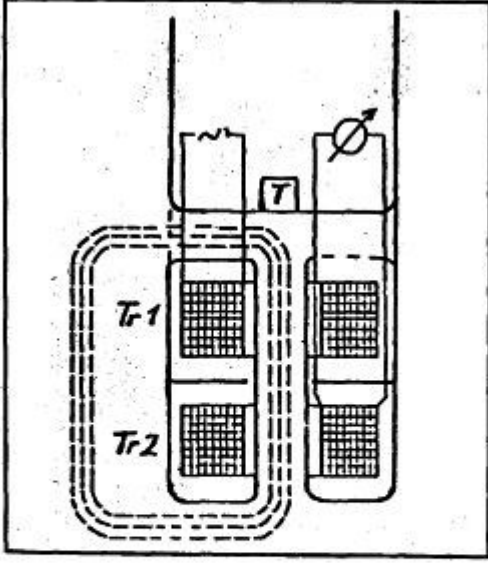


Şekil 1: pH ve redoks problemleri

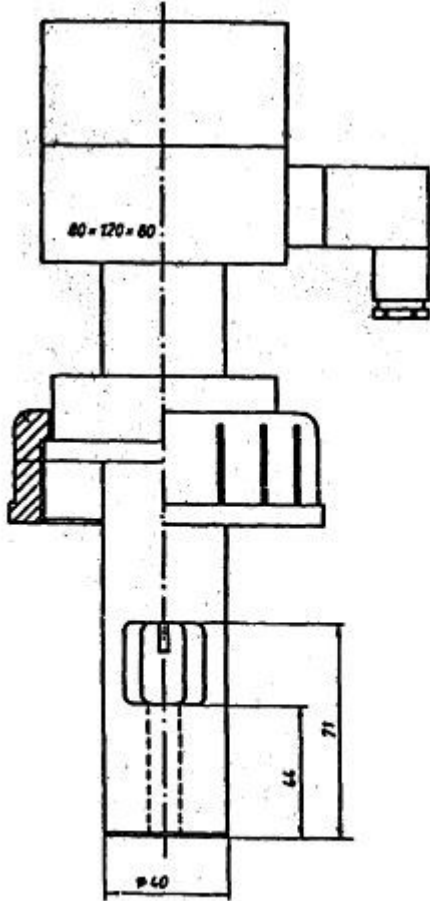
Şekil 1' de sağ tarafta bir Redox- (ORP-) Elektrodu görülmektedir. Bu elektrot da dairesel aralıklı bir diyaframa ve bir katı elektrolite sahiptir ve dolayısıyla son olarak tanımladığımız pH-elektrotu ile benzer özelliklerle donatılmıştır.

Bu elektrot (PHEX ve RHEX), endüstriyel atık suların işleme tabii tutulmasında kullanılan ideal ölçü değerlendirme üniteleridir. İleride siyanit ve kromat temizlemesine dair bir örnekte, kimyasal kirliliğin ve ısının büyük önem taşıdığını göreceğiz.

Su arıtma işlemi esnasında sık ölçülen bir diğer parametre de elektrolitik iletkenliktir. Günümüzde çoğunlukla elektrodan (örneğin asil çelik veya grafit) ölçülecek sıvı ile doğrudan temas içinde bulunan ve dolayısıyla kirlenmeye karşı hassas olan kondüktif iletkenlik ölçüm kafaları kullanılmakla beraber, endüktif iletkenlik ölçümü (elektrotsuz) mutlaka geleceğin ölçüm prensibini oluşturacaktır. Böyle bir ölçü kafasının işlevi Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2: Endüktif iletkenlik ölçümü prensibi



Şekil 3: Endüktif iletkenlik sensörü

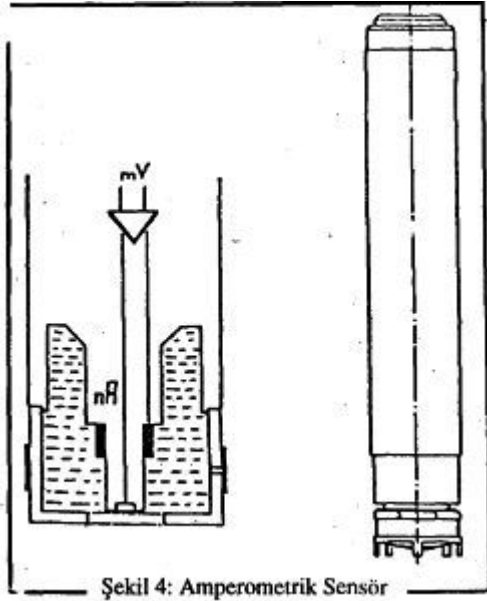
TR 1 transformatör bobine sabit bir alternatif gerilim verilecek ve bu da ölçü sıvısının içinde, bunun iletkenlik derecesi ile orantılı bir akım endükte edecektir. Bu akım da tekrar TR 2 transformatör bobininde, ölçü sıvısının içindeki akımla orantılı olarak bir sinyal endükte edecektir. Herhangi bir temas olmadan gerçekleşen ve dolayısıyla bakım gerektirmeyen bu iletkenlik ölçümü, bir başka ölçüm alanında da kullanılabilen ve yüksek bir ölçü hassasiyetini mümkün kıldığı için, proses kalitesi açısından güvence teşkil etmektedir. Böyle bir iletkenlik sensörünün pratikteki uygulama şekli Şekil 3' de gösterilmektedir. Bu gösterilen sensör, sabit bir

yerinde kuvvetlendirici ile donatılmıştır. Bu kuvvetlendirici seçilmiş olan iletkenlik ölçüm sınırlarına uygun olarak 0/4 – 20 mA'lık bir sinyal çıkışına sahiptir. Sensorun içine ısı ölçümü de entegre edilmiş olduğundan ve ön kuvvetlendirici de bir ısı dengeleyicisi ile donatılmış olduğundan, ölçülecek maddenin ısısına uygun ikinci bir 0/4 – 20 mA'lık sinyali çıkışı mevcuttur. İletkenliğe dair sinyal, değişik değerlendirme cihazları ile (Bkn. Şekil 7) daha da ayrıntılı işlenecektir.

Amperometrik Sensörler

Amperometrik iki elektrotlu sistemler, oksitleyici madde konsantrasyonu ile orantılı bir akım verirler. Membranlı ölçüm kafalarının açık ölçüm kafalarına kıyasla belirgin avantajları vardır.

Elektrolit ile doldurulmuş olan elektrot haznesi bir mikro gözenekli membran ile ayrılmıştır, elektro- kimyasal şartlar kesin olarak belirlenmiş olduğundan, örneğin açık ölçüm kafalarında olduğu gibi bir sıfır noktası ayarına gerek olmayacaktır. Ölçü sinyali asgari bir akışın üzerinde, artık akıştan bağımsız olacaktır. Açık ölçü kafalarında olduğu gibi, elektrotların sürekli temizlenmesine gerek kalmayacaktır.



Şekil 4: Amperometrik Sensör

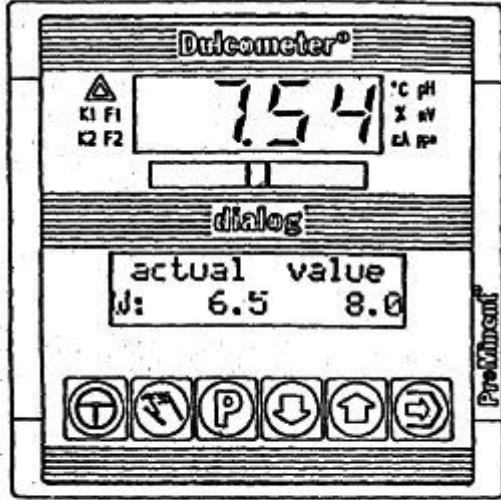
Şekil 4' de üzerleri membranla örtülmüş olan ampero-metrik sensörlerin yapısı görülmektedir. Bu sensörlerin

tümü entegre ön kuvvetlendiricilerle, kısmen de ısı dengeleyicileri ile donatılmıştır. Bunlar serbest klor, ozon ve klor dioksit ölçü parametreleri için kullanılmaktadır.

Burada belirtilmesi gereken bir husus da, klor dioksit ölçümlerinde ppm ve ppb mertebeleri için iki sensörün mevcut olmasıdır; ppb mertebesinde kullanılan ölçü kafası, bir $\mu\text{g}/1'$ lik aşırı yüksek çözünürlüğün yanı sıra, serbest kloru nazaran sadece % 2 kadar bir aşırı düşük çapraz hassasiyet göstermektedir. Kloru bir alternatif teşkil eden klordioksidin dezenfeksiyon açısından birçok belirgin avantaj sağladığını da burada belirtmek isterim. Bu nedenle klordioksit, içme suyu arıtımında ve gıda ve meşrubat alanında dünyanın her yerinde giderek daha önemli bir rol üstlenmektedir.

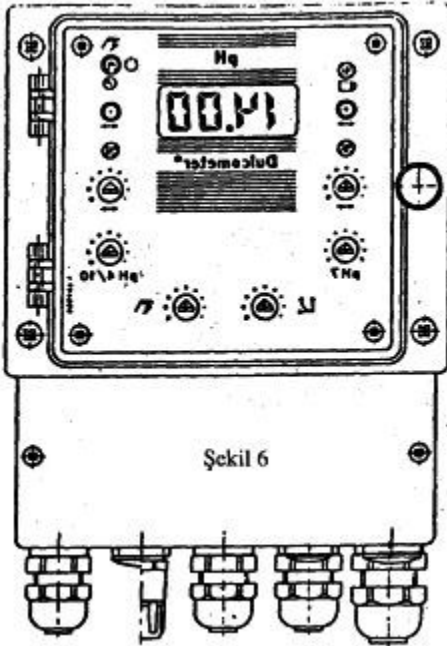
Ölçü Dönüştürücü/ Ayar Cihazı

Tüm Dulcometer pH ve redoks ölçü amplifikatörleri bir simetrik çıkışla donatılmışlardır ve bu çıkışta referans elektrodunun sinyali ayrı bir operasyon amplifikatörü üzerinde gösterilir. Bir akışkanlık potansiyeli ile girişim voltajına büyük çapta bastırmak mümkün olacaktır.



Şekil 5

Ölçü kuvvetlendiricilerinin bir diğer özelliği de, giriş tarafında alternatif akımda parazit oluşmasının engellenebilmesidir. Burada 1 Hz üzerindeki tüm frekans parazitleri ölçüm sinyalinden filtre edilerek uzaklaştırılır. Ölçü ve ayar tekniğine dair görevleri üstlenebilmek için değişik cihaz serileri mevcuttur. WS-cihazları, içlerinde ayar fonksiyonları bulunan ölçü amplifikatörleridir ve duvara veya kumanda dolabının içine monte edilmek üzere hazırlanmışlardır. pH ölçümü ve iletkenlik ölçümü için kullanılan amplifikatörlerde ölçüm kompenzasyonu için ısı girişleri de bulunabilir. Ayar cihazlarında elektromanyetik dozaj pompaları veya motorlu dozaj pompalarının kumandası için bir veya iki frekans çıkışı ve ayrıca alarm verilebilmesi için de bir veya iki sınır değeri mevcuttur. Bunların ilginç olan bir diğer işlevi de, kontrol süresi denetimidir, yani istenilen bir değere belirlenen süre içinde (örneğin sensorlardan birinin arızalı olması dolayısıyla) erişilmez ise, alarm verilecektir. Bu ayar cihazları, orantılı ayar sistemi ile donatılmıştır. Daha karmaşık ayarlar için, mikro prosesor ile kumanda edilen ayar cihazı Dulcometer diyalog kullanılacaktır.



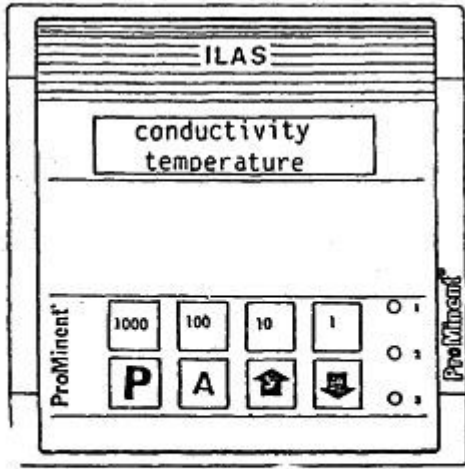
Şekil 6

Bu cihaz, ölçüm değerinin yanı sıra, örneğin ısı ve ayar saptamaları gibi hususları da göstermekte ve iki satırlı bir alfa nümerik göstergesi üzerinde başka bilgiler de sunabilmektedir.

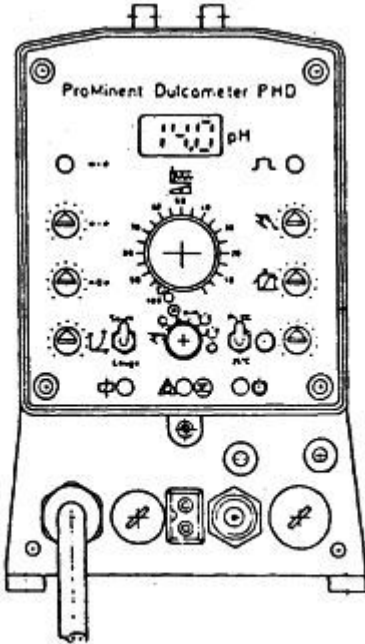
Alfa nümerik gösterici, ayar işlemleri esnasında da işleticinin bilgilendirilmesine yardımcı olacaktır. Bu kontrol cihazında, PID kontrol sisteminin yanı sıra, arıza büyüklüklerini değerlendirme imkanı mevcuttur. Bu anıza büyüklüklerinin realizasyonu (Feed Forvard Control) ile, debinin değişken olduğu bir durumda nötralizasyon yapıldığında, debiyi ayrı bir ölçüm değeri olarak dikkate almak ve ayarı buna göre kompanse etmek mümkün olabilmektedir.

Şekil 7 Bu cihaz da mikroprosesör ile kumanda edilebilen bir değerlendirme cihazıdır ve endüktif iletkenlik ölçümü ile bağlantılı olarak kullanılır. Bu cihazın iletkenlik ve ısı için iki standart analog girişi vardır. İki satırlı alfanümerik gösterge üzerinde hem o andaki iletkenlik değeri, hem de ısı görülebilir. Ayar için üç röle çıkışı mevcuttur.

Değişik bir ayar cihazını Şekil 8' de görmekteyiz. Burada içinde pH, redoks veya klor ölçüm parametreleri için bir ayarlayıcı bulunan, manyetik membranlı bir dozaj pompası görülmektedir. Pompanın içinde yer alan bu ayar cihazları, ayar cihazı ve ölçü kuvvetlendirici-sidir ve ayrı ölçü çeviricileri/ ayarlayıcılarla aynı işlevleri görmektedirler. Örneğin ısı kompenzasyonu, kontrol süreleri, itibari değer ayarı ve ayar çıkışı gibi. Bu kompakt üniteler, laboratuvar ve deneme tesislerinde başarı ile uygulanmış, ayrıca su arıtma işlemleri esnasında da birçok değişik işlevi yerine getirmiştir.



Şekil 7



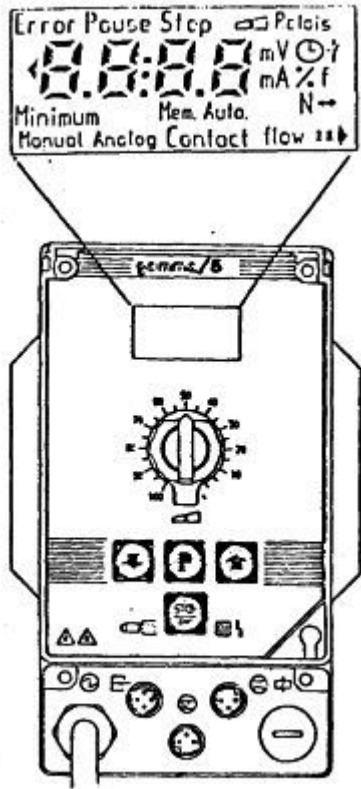
Şekil 8

IV. Sıvı Dozaj Pompaları

Elektro-manyetik çalışan, elektronik kumandalı bir membranlı dozaj pompasının kesitini göstermektedir.

Pompanın muhafazası, kimyasal ve mekanik aşınmalara karşı dayanıklı ve cam elyafı ile doldurulmuş PPO' dan yapılmıştır. Dozajlama başlığı dört değişik malzemeden üretilmektedir: Pleksiglas/ PVC, Polipropilen, asil çelik veya PTFE. Emme ve basınç taraflarında bilyaları oksit keramikten yapılmış, çift bilyalı subaplar yer almaktadır.

Dozajlama başlığında bir havalandırma sistemi bulunmaktadır. Bu havalandırma sistemi, bir taraftan işletim başlarken emme borusunun havalandırılmasını sağlar, diğer taraftan da gaz halindeki maddelerin dozajlanması esnasında havalandırmayı mümkün kılar. Dozajlama başlığının en önemli yeri dozajlama membranıdır. Bu membran, bir çelik göbekten oluşmaktadır. Çelik göbek, bir kumaş yastıkla güçlendirilmiş ve kimyasal maddelerle temas eden yüzeyi PTFE ile kaplanmış bir EPDM içine yerleştirilmiştir. Azami strok hareketi sadece 1.25 mm' dir. Yüzeyi geniş çelik göbek ve küçük strok hareketi ile bir taraftan yüksek bir dozajlama hassasiyeti elde edilmekte, diğer taraftan da membranın kullanım ömrünün uzun olması sağlanabilmektedir. Membran, aşınmayan ve bakım gerektirmeyen ve bir dozaj stroku yapabilmek için 1/10 saniye elektrik akımı verilen bir elektro manyetle çalışır. Ters strok (emme stroku) ise içinde yayla ağılanır.



Şekil 9

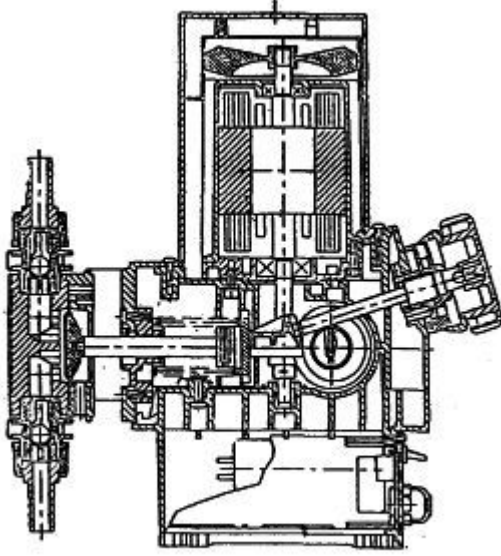
Bu dozaj pompalarında kullanılan ikinci jenerasyon mikroprosesör kumandası, bir çok kumanda ve denetleme işlevini mümkün kılabilir. Bunların bir bölümü Şekil 9' da görülebilir. Dozaj miktarı manüel olarak strok uzunluğu (döner düğme) ve frekans (tuşlar) üzerinden ayarlanabileceği gibi, pompanın gücüne analog sinyallerle (4-20, 0-20 mA) azaltma ve yükseltme olanakları bulunan impulslar ile de kumanda edilebilmektedir. İlaveten bir gerilimsiz açma ve kapama yapılabilir.

LCD gösterge, işletme durumu hakkında değişik bilgiler verebileceği gibi, programlanmak istenen hususların seçimini de mümkün kılar. Üç değişik kumanda düğmesi ve bir açma/ kapama tuşu yardımıyla birçok işlev ayarlanabilir ve devreye sokulabilir. Dozajlama pompasının iki kontrol işlevine değinmekte yarar vardır. Birinci kontrol işlevi, ön ikazlı ve devre kapamalı, iki kademeli bir seviye şalteridir. İkinci kontrol işlevi ise, dozajlama başlığının çıkışına konabilecek bir dozaj akımı denetleyicisidir. Buradan alınan sinyaller, dozajlama pompasının elektronik bölümünde değerlendirilir. Herhangi bir kontrol işleminde, istenirse opsiyonel olarak konulan bir röle üzerinden alarm verilebilecektir.

Bazı özel kullanımlar için bu pompalar, 32 değişik süre için programlanabilen bir l-Haftalık- Zaman Ayarlayıcısı ile donatılabilmektedir.

Motorlu Dozaj Pompaları

Şekil 10' da 120 l/ saate kadar olan kapasiteler için kullanılan, Vario serisinden bir motorlu dozaj pompasının kesitini görmekteyiz.



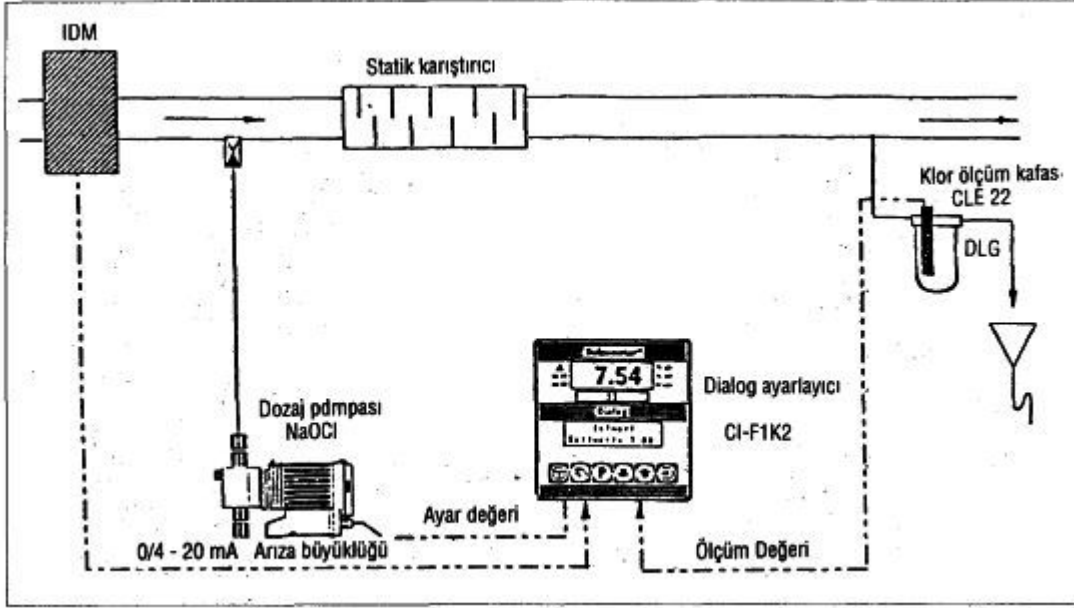
Şekil 10

Burada da dozajlama başlığı, manyetik dozaj pompalarındaki benzer şekilde tasarlanmıştır. Tahrik gücü olarak aşın yüklenmeye karşı dayanıklı tek fazlı alternatif akım motoru kullanılmaktadır. Pompanın manuel olarak bir döner düğme ile strok uzunluğu üzerinden veya monte edilecek bir servo motor yardımıyla ayarlanabilecektir.

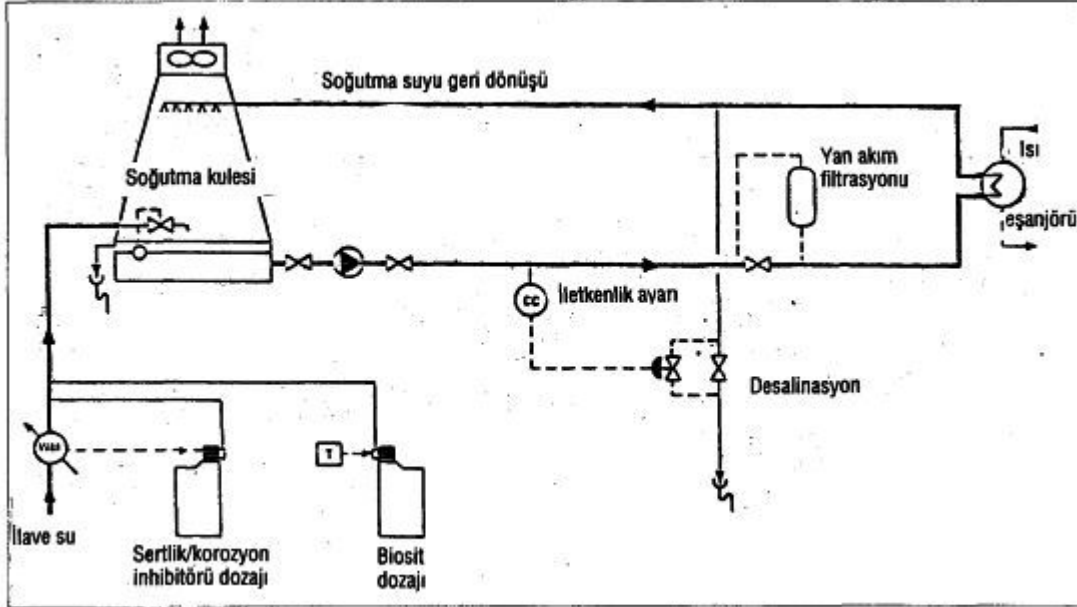
Bu dozaj pompasında da, dozaj pompasının ayağına konulacak bir mikroproses elektroniği ile, dozaj gücünü harici kumanda sinyalleri ile ayarlamak mümkün olacaktır. Dozaj pompası azami 12000 Imp/saate kadar kumanda edilebilecektir. Fakat bu durumda sadece saatte 2000 kere çalıştırılıp durdurulabilecektir. Analog sinyallerle (0/4-20 mA) kumanda da ilginç olmaktadır. Düşük giriş sinyalinde dahi, yeterli sıklıkta dozajlama yapılabilecektir. Giriş sinyali düşük olduğunda, dozaj pompasının her çalışmasında bir veya örneğin iki strok yapılabilecek, oysa daha büyük analog girişlerde her seferinde beş stroka çıkılabilecektir. Motorlu dozaj pompasının zor ulaşılabilen bir yere monte edilmesi halinde, kumanda işlevleri uzaktan kumanda (Remote Control) yardımıyla ayarlanacaktır. Bu uzaktan kumanda da manyetik dozaj pompalarında -ki LCD- gösterge ile donatılmıştır ve ayrıca manyetik dozaj pompalarındaki kumanda olanaklarına ve kontrol işlevlerine haizdir. Bu uzaktan kumanda gamma/4 ve gamma/5 serisindeki elektromanyetik dozaj pompalarının uzaktan ayarlanmasında da kullanılabilir.

V. Uygulama Örnekleri

Şekil 11, Akışa bağlı, ayarlı bir klor dozajlamasını göstermektedir. Burada kontrol cihazı olarak, mikro prosesor ile kumanda edilebilen PID- ayar özelliği ve arıza büyüklüğünü değerlendirme özelliği olan bir dialog- kontrol cihazı kullanılmaktadır. Debinin değişken olduğu durumlarda, en pahalı ayar sistemi ile dahi klor ayarı yapmak mümkün olmayacaktır, Zira her seferinde ölçüme kadar belirli bir reaksiyon süresi gerekecektir. Bu nedenle akış bir endüktif su ölçeri ile ölçülecek ve değer ayar cihazına iletilecek; böylelikle esas ayar etkilenmeden, dozajlama debiye bağlı olarak düzeltilecektir. Aynı ayar sistemi, bir akış nötralizasyonu (pH-ayar) için de uygulanabilir.



Şekil .11 Debiye bağlı olarak ayarlanabilen klor dozajlaması



Şekil .12 Açık soğutma suyu devresi

Şekil 12 uygun dozaj ve ayar üniteleri ile donatılmış bir açık soğutma devresinin akış şemasını göstermektedir. Soğutma devresinin konsantrasyonu bir iletkenlik ölçümü ile denetlenmekte, verilmiş olan değer aşılması halinde bir desalinasyon valfi harekete geçmektedir.

Soğutma kulesinde buharlaşma ve desalinasyon ile kaybedilen soğutma suyu, seviyeye bağımlı olarak takviye edilecektir. Su ölçeri üzerinden bir manyetik, membranlı dozaj pompasına kumanda edilecek ve korozyon inhibitörleri dozajlanacaktır. İkinci bir dozaj pompası yosun oluşumunu kontrol edebilmek amacıyla biositlerin dozajlanmasına yarar. Bu dozaj pompası bir zaman ayarlayıcısına (timer) bağımlı olarak çalışır. Gamma/4 ve gamma/5 serisi yeni mikroprosesör dozaj pompaları entegre bir zaman ayarlayıcısı ile donatılabilmektedir. Böyle bir timer ile bir günde veya bir haftalık programa dağıtılmış olarak 32 açma/ kapama zamanı ayarlanabilmektedir. Büyük soğutma devrelerinin çoğunda ilave olarak sık sık PH değeri de ölçülmekte ve bir sülfürik asit dozajlaması üzerinden sabit tutulmaktadır.

Şekil 13, örnek olarak siyanitin CN siyanata CNO okside edildiği bir siyanit temizlenmesini göstermektedir. Bunun için pH değeri 10,5 üzerine çıkartılmakta ve oksitleyici madde sabit tutulmaktadır.

pH ölçümünün yanısıra, kontrol amacıyla bir redoks ölçümü yapılmaktadır, zira siyanitin tümü siyanata okside edildiğinde, redoks potansiyeli, fazla gelen oksitleyici madde ile belirgin bir yükselme göstermektedir. Siyanit

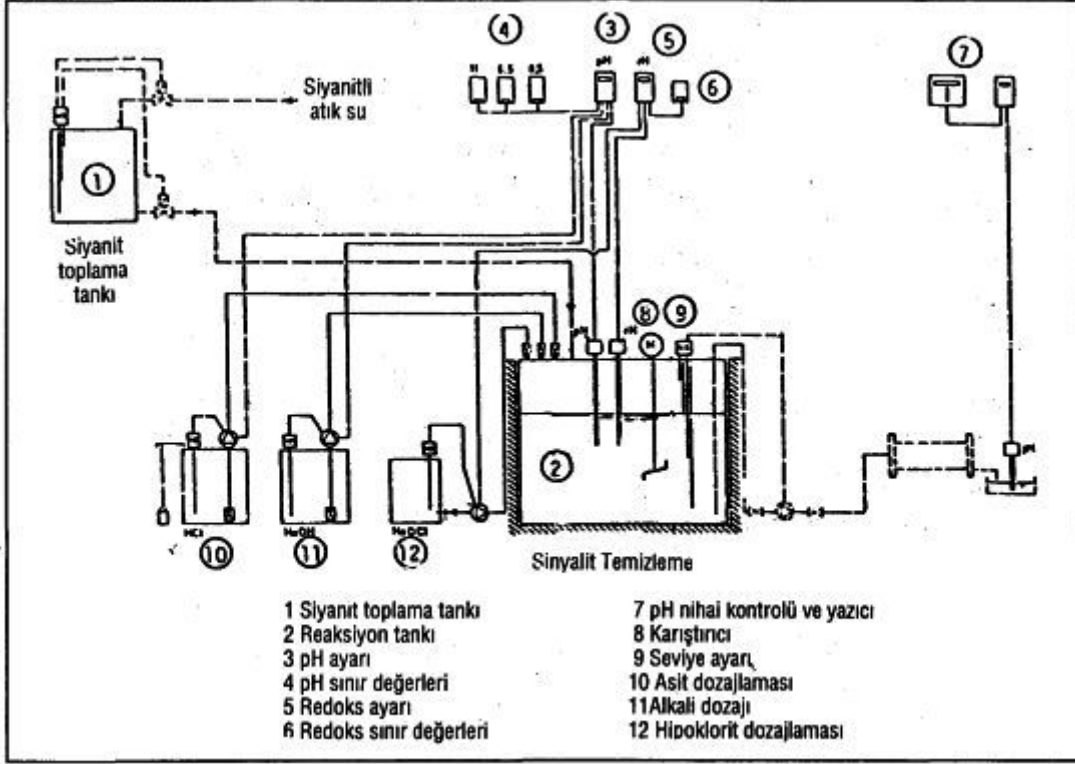
temizlenmesinin sonunda pH deęerinin tekrar dūřūrūlmesi gerekmektedir.

Burada değinilmesi gereken bir diğer husus da, siyanit oksidasyonu için sodyum hipoklorit yerine, daha ziyade, çevreye zarar vermeyen hidrojen peroksit kullanılmakta olmasıdır. Hidrojen peroksit özellikle AOx sorunu açısından daha avantajlı olmaktadır. Siyanürün peroksit ile oksidasyonunda reaksiyonun nihai durumu

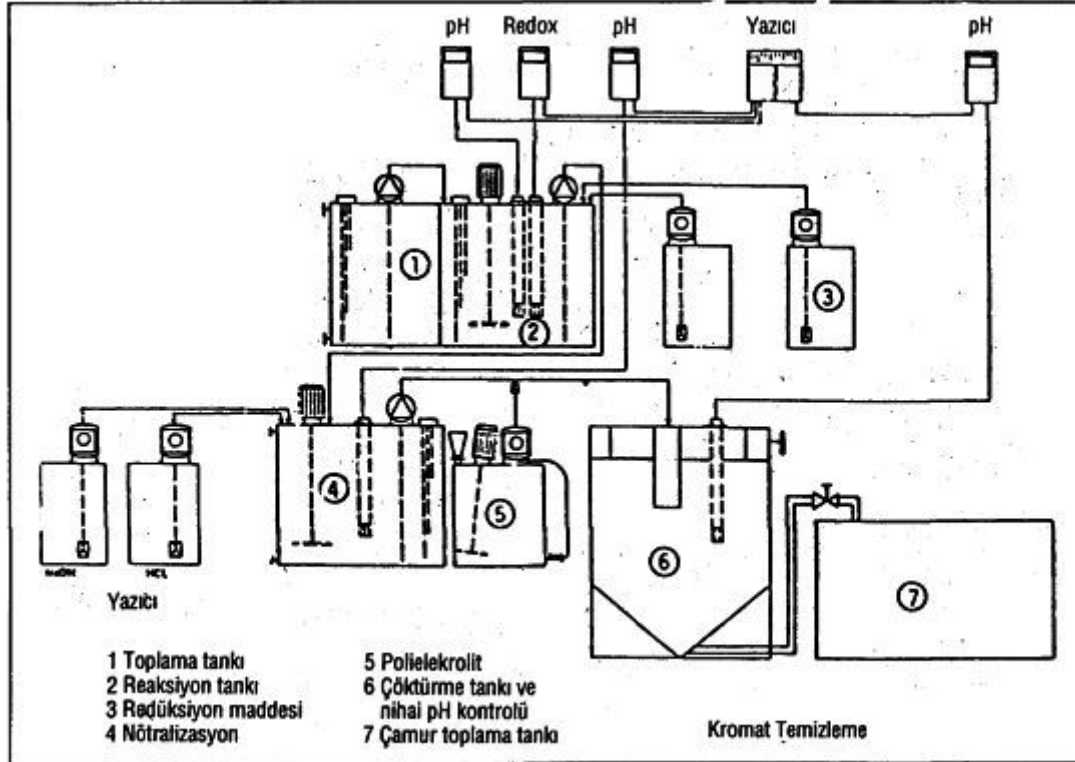
redoks potansiyeli üzerinden tespit edilebilmektedir. Şekil 14 altı değerli kromun (kromat), üç değerli kroma redükte edilmesi için hazırlanmış bir tesisin esas yapısını göstermektedir. Bu amaçla pH değeri 2,5' e indirilerek ve redüksiyon sodyum bisulfit NaHSO 3 ile yapılacaktır.

Bu süreç redoks ile denetlenebilecektir. Tüm kromatin kroma redükte edilmesinden sonra, redoks potansiyeli takriben 400 mV kadar azalacak; böylelikle reaksiyon tamamlanmış olacaktır. pH değerinin arttırılması ile son olarak üç değerli krom, Şekil 14' te görüldüğü gibi, krom hidroksit olarak kertecektir.

Bkz: 27



Şkil .13 Siyanit temizleme



Şkil .14 Kromat temizleme