

ÖZET**KÜÇÜK TANECİK BOYUTLU AKTİFLEŞTİRİLMİŞ KARBON**

Burada d₉₅ tanecik boyutu dağılımı 1 µm ila 28 µm arasında ve d₉₅/d₅₀ oranı 1.5 ila 3 arasında olan aktifleştirilmiş karbonlar, bu tip aktifleştirilmiş karbonlar içeren bileşimler ve bunların yapımına yönelik usuller ve baca gazına aktifleştirilmiş karbon enjekte edilmesiyle kömür yakılmasıyla oluşan baca gazından cıva uzaklaştırma usulleri açıklanmaktadır.

İSTEMLER

1. Bir cıva uzaklaştırma usulü olup, aşağıdakileri içerir:
 kömür yakılmasıyla oluşan baca gazına aktifleştirilmiş karbon enjekte edilmesi,
 burada aktifleştirilmiş karbonun d_{95} tanecik boyutu dağılımı $1\ \mu\text{m}$ ile $28\ \mu\text{m}$
 5 arasında ve d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ile 3 arasındadır.
2. İstem 1'deki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbonun d_{95}/d_{50} oranı 2 ile 3
 arasındadır.
3. İstem 1'deki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbonun d_{95}/d_{50} oranı 2.5 ile 3
 arasındadır.
- 10 4. İstem 1-3'ten herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbonun d_{50}
 tanecik boyutu dağılımı $4\ \mu\text{m}$ ile $18\ \mu\text{m}$ arasındadır.
5. İstem 1-3'ten herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbonun d_{50}
 tanecik boyutu dağılımı $8\ \mu\text{m}$ ile $18\ \mu\text{m}$ arasındadır.
6. İstem 1-3'ten herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbonun d_{50}
 15 tanecik boyutu dağılımı $9\ \mu\text{m}$ ile $18\ \mu\text{m}$ arasındadır.
7. İstem 1-6'dan herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbonun d_{90}
 tanecik boyutu dağılımı $1\ \mu\text{m}$ ile $13\ \mu\text{m}$ arasındadır.
8. İstem 1-7'den herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbonun $d_{99.9}$
 tanecik boyutu dağılımı $5\ \mu\text{m}$ ile $15\ \mu\text{m}$ arasındadır.
- 20 9. İstem 1-8'den herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbon bir linyit
 bazlı aktifleştirilmiş karbondur.
10. İstem 1-8'den herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbon bir
 bitümlü kömür bazlı aktifleştirilmiş karbondur.
11. İstem 1-10'dan herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbon bir
 25 halojenlenmiş aktifleştirilmiş karbondur.
12. İstem 1-10'dan herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbon bir
 bromlanmış aktifleştirilmiş karbondur.

- 13.** İstem 1-12'den herhangi birindeki usul olup, burada aktifleştirilmiş karbon ayrıca bileşimin toplam ağırlığına göre ağırlıkça %0.05 ila %2 arasında bir miktarda silis içeren bir bileşim olarak sağlanır.

TARİFNAME**KÜÇÜK TANECİK BOYUTLU AKTİFLEŞTİRİLMİŞ KARBON****BULUŞUN ALANI**

Burada küçük tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon kullanılarak cıva
5 uzaklaştırılmasına yönelik bir usul açıklanmaktadır.

BULUŞ İLE İLGİLİ BİLİNER HUSUSLAR

Hava kalitesi ve emisyon yönetmeliklerinden dolayı, kömür yakan santraller çoğunlukla
tüm baca gazını işleyerek, azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_x) ve ağır metaller,
örneğin cıva gibi yönetmeliklere tabi bileşiklerin sadece belirli seviyelerde mevcut
10 olmasını sağlamalıdır. Tipik olarak, gazın çevreye boşaltılmasından önce cıva
katışkılarının adsorbe edilmesi için baca gazına emiciler enjekte edilir. WO
2012/030560 ve US 8,080,088 B1'de, bu amaçla aktifleştirilmiş karbon
kullanılmaktadır. Çoğu gelişme iyileştirilmiş cıva uzaklaştırma işlemine odaklanmasına
rağmen, muhtemelen daha sıkı federal cıva uyum standartları gelecektir. Buna paralel
15 olarak, cıva uzaklaştırılması için emiciler geliştirilmesine sürekli bir ihtiyaç vardır.

ÖZET

Mevcut buluş, aşağıdakileri içeren bir cıva uzaklaştırma usulü sağlamaktadır:
kömür yakılmasıyla oluşan baca gazına aktifleştirilmiş karbon enjekte edilmesi,
burada aktifleştirilmiş karbonun d_{95} tanecik boyutu dağılımı $1\ \mu\text{m}$ ile $28\ \mu\text{m}$ arasındadır
20 ve d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ile 3 arasındadır.

İnce tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon aşağıdakileri içeren bir usulle hazırlanabilir:
 d_{95} tanecik boyutu dağılımı en fazla 20 mm olan bir aktifleştirilmiş karbon
hammaddesinin havayla tasnif ve öğütmeden seçilen en az bir işleme tabi tutulmasıyla
 d_{95} tanecik boyutu dağılımı $1\ \mu\text{m}$ ile $28\ \mu\text{m}$ arasında ve d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ile 3 arasında
25 olan ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon oluşturulması.

Ayrıca, burada açıklanan usullere göre hazırlanan aktifleştirilmiş karbonlar
açıklanmaktadır.

Bir bileşim d_{95} tanecik boyutu dağılımı 1 μm ila 28 μm arasında ve d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ila 3 arasında olan aktifleştirilmiş karbon içerebilir.

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1, kömür yakılan bir santralin, kömür yakıldıktan sonraki baca gazı yolu dahil, bir
5 temel konfigürasyonunu gösteren bir akış diyagramıdır;

Şekil 2, bir çıkış akışı içeren kömür yakılan bir elektrik santralinin bir akış
diyagramıdır;

Şekil 3A, Örnek 3'teki aktifleştirilmiş karbon numuneleri için enjeksiyon hızına karşı
Hg uzaklaştırılmasının bir grafiğidir, burada çıkış Hg konsantrasyonu %3 O_2 'ye
10 ayarlanır; Şekil 3B ayarlanmış Hg uzaklaştırma grafiğidir;

Şekil 4A, Örnek 4'teki aktifleştirilmiş karbon numuneleri için enjeksiyon hızına karşı
Hg uzaklaştırılmasının bir grafiğidir, burada çıkış Hg konsantrasyonu %3 O_2 'ye
ayarlanır; Şekil 4B ayarlanmış Hg uzaklaştırma grafiğidir;

Şekil 5A, Örnek 5'teki aktifleştirilmiş karbon numuneleri için enjeksiyon hızına karşı
15 Hg uzaklaştırılmasının bir grafiğidir, burada çıkış Hg konsantrasyonu %3 O_2 'ye
ayarlanır; Şekil 5B ayarlanmış Hg uzaklaştırma grafiğidir; ve

Şekil 6, büyük konsolidasyon baskısının bir fonksiyonu olarak, ince tanecik boyutlu
aktifleştirilmiş karbon ve silis içeren bir bileşimin bağlama kuvvetinin bir grafiğidir;

Şekil 7, Örnek 7'deki Numune F dahil, çeşitli d_{50} tanecik boyutu dağılımları için öğütme
20 verimliliğinin (lb/saat) [1 lb = 0.454 kg] bir grafiğidir; ve

Şekil 8, Örnek 8'deki numuneler için emici enjeksiyon hızına karşı ayarlanmış Hg
uzaklaştırmanın bir grafiğidir.

DETAYLI AÇIKLAMA

Burada, ince tanecik boyutu aktifleştirilmiş karbon kullanarak kömür yakılan elektrik
25 santrallerinden salınan baca gazı gibi baca gazı akışlarından cıvanın adsorbe edilmesi
için bir usul açıklanmaktadır. Ayrıca, ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon
yapımına yönelik usuller açıklanmaktadır.

İnce tanecik boyutlu emici malzemeler cıva katışkıları gibi katışkılarının adsorbe edilmesi

için ideal görülebilmesine rağmen, bu boyutlar malzemelerin nakliyesi/kotarılması, mekanik birimlerde aşırı yıpranma ve aşınma, muhafaza etme ve daha büyük boyutlu malzemelere göre hazırlanma süreleri ve maliyetleri dahil bir veya daha fazla nedenden dolayı kullanılmamaktadır.

- 5 İnce tanecik boyutlu malzemeler çoğunlukla iri taneli (ör., granüler veya iri taneli tozlar) malzemelerden, pulvarizatörler, eziciler, püskürtmeli öğütücüler, silindirik öğütücüler, bilyeli öğütücüler, darbeli öğütücüler ve tasnif ediciler (ör., havalı tasnif ediciler) gibi teknikte bilinen çeşitli usuller ve araçlar kullanılarak oluşturulur. Ancak, bu araçların birçoğu, örneğin mekanik/güç sınırlamaları, öğütücü konfigürasyonlarından
10 dolayı, belirli tanecik boyutu dağılımlarını sağlayamamaktadır.

Burada, d_{95} tanecik boyutu dağılımı ile gösterilen ince tanecik boyutunda aktifleştirilmiş karbon oluşturma usulleri açıklanmaktadır, burada d_{95} hacim bazında tanecik popülasyonunun %95'inin tanecik boyutunu temsil etmektedir. Tanecik boyutu, her ikisi de Beckman Coulter'den temin edilebilen bir LS^{TM} 13 320 veya bir LS^{TM} 200 Lazer
15 Difraksiyonuyla Tanecik Boyutu Analiz Edici gibi teknikte bilinen herhangi bir usulle belirlenebilir.

Aktifleştirilmiş karbon çoğunlukla katışkıların uzaklaştırılması gibi birçok uygulamada bir emici olarak kullanılır. Örneğin, aktifleştirilmiş karbon baca gazından cıvanın uzaklaştırılması için bir tipik emicidir. Herhangi bir teoriyle sınırlanmak istenmeksizin,
20 burada açıklanan ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon yüksek özgül harici yüzey alanına sahip olması sayesinde baca gazından Hg uzaklaştırılmasını geliştirebilir. Emici ve baca gazı arasındaki temas süresi tipik olarak en fazla birkaç saniye gibi çok kısa olduğundan (ör., elektrostatik çöktürücüler ve kumaş filtrelerle yapılandırılmış elektrik santrallerinde cıva uzaklaştırma uygulamalarında), Hg'nin emicinin dahili yüzeyine
25 (yani, taneciğin gözeneklerinin içindeki yüzey alanına) bağlanması için yeterli süre yoktur. Daha ziyade, Hg başlıca olarak emici uzaklaştırılmadan önce kullanılabilen zaman içinde kolayca erişilebilen harici yüzeye bağlanır. Malzemenin sabit bir d_{50} 'de d_{95} ile ölçülen boyutunun küçültülmesi bir aktifleştirilmiş karbon emicinin özgül harici yüzey alanını belirli bir d_{50} 'de mümkün olan maksimum seviyeye yükseltir, böylece bu
30 uygulamada emicilerin baca gazından Hg uzaklaştırma kabiliyetini artırır. Daha küçük bir d_{50} 'ye sahip olan bir malzemenin, tanecik boyutu dağılımı aynı kaldığı takdirde, daha

büyük bir d_{50} 'ye sahip olan malzemelerden tutarlı bir şekilde daha iyi performans gösterdiği teknikte iyi bilinmektedir. Ancak, performansın genel tanecik boyutu dağılımının ayarlanmasıyla, örneğin d_{95} 'in düşürülmesiyle geliştirildiği keşfedilmiştir.

Mevcut buluşa göre olan usulde kullanılan emici 1.5 ila 3 arasında bir küçük d_{95}/d_{50} oranına sahiptir. Bu tip d_{95}/d_{50} oranlarına sahip olan emicilerin belirli bir akışkanlık seviyesinde arttırılmış performansa sahip olduğu keşfedilmiştir. Bir tozun akış özellikleri orta tanecik boyutundan büyük ölçüde etkilenmektedir, burada daha küçük tanecik boyutları ve/veya daha geniş tanecik boyutu dağılımlarıyla akış tipik olarak daha zordur. Belirli bir orta tanecik boyutunda daha dar bir tanecik boyutu dağılımı oluşturulmasıyla, hem performans ve hem de akış maksimum seviyeye çıkarılabilir. Ek olarak, belirli bir sistemde akışa olanak sağlamak için daha dar bir tanecik boyutu dağılımının kullanılmasıyla, daha küçük bir orta tanecik boyutu da kullanılabilir, böylece arttırılmış performans potansiyeli ek olarak arttırılabilir.

Teoriyle sınırlanmak istenmeksizin, bir aktifleştirilmiş karbonun performansının bu şekilde kısa temas sürelerinde harici özgül yüzey alanıyla arttığına inanıldığından, Hg uzaklaştırma performansının değerlendirilmesinde dahili gözenek yapısı ve dahili yüzey alanı genel olarak uygun parametreler değildir. Dolayısıyla, daha yüksek yoğunluklu malzemeler genellikle ağırlık bazında daha düşük yoğunluklu üründen daha düşük performans sergiler, ancak hacim bazında performans eşittir. Teoriyle sınırlanmak istenmeksizin, çok benzer d_{50} , ancak farklı d_{95} değerlerine sahip olan iki malzeme karşılaştırılırken, daha düşük d_{95} 'e sahip olan malzeme diğerinden daha iyi performans sergileyecektir.

Mevcut buluşa göre olan usulde kullanılan aktifleştirilmiş karbonun d_{95} tanecik boyutu dağılımı 1 μm ila 28 μm , ör., 1 μm ila 27 μm , 1 μm ila 26 μm , 1 μm ila 25 μm , 1 μm ila 23 μm , 1 μm ila 20 μm , 1 μm ila 18 μm , 1 μm ila 15 μm , 1 μm ila 10 μm , 3 μm ila 28 μm , 3 μm ila 27 μm , 3 μm ila 26 μm , 3 μm ila 25 μm , 3 μm ila 23 μm , 3 μm ila 20 μm , 3 μm ila 18 μm , 3 μm ila 15 μm , 3 μm ila 10 μm , 5 μm ila 28 μm , 5 μm ila 27 μm , 5 μm ila 26 μm , 5 μm ila 25 μm , 5 μm ila 23 μm , 5 μm ila 20 μm , 5 μm ila 18 μm , 5 μm ila 15 μm veya 5 μm ila 10 μm 'dir.

Aktifleştirilmiş karbonun d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ila 3, ör., 2 ila 3 veya 2.5 ila 3 arasındadır.

Mevcut buluşa göre olan usulde kullanılan aktifleştirilmiş karbon 1 μm ila 18 μm , ör., 1 μm ila 15 μm , 1 μm ila 13 μm , 1 μm ila 10 μm , 3 μm ila 18 μm , 3 μm ila 15 μm , 3 μm ila 13 μm , 3 μm ila 10 μm , 4 μm ila 18 μm , 4 μm ila 15 μm , 4 μm ila 13 μm , 4 μm ila 10 μm , 5 μm ila 18 μm , 5 μm ila 15 μm , 5 μm ila 13 μm , 5 μm ila 10 μm , 8 μm ila 18 μm , 8 μm ila 15 μm , 8 μm ila 13 μm , 9 μm ila 18 μm , 9 μm ila 15 μm veya 9 μm ila 13 μm arasında bir ortalama veya d_{50} tanecik boyutu dağılımı ile karakterize edilen bir tanecik boyutu dağılımına sahip olabilir.

Bir başka düzenlemede, mevcut buluşa göre olan usulde kullanılan aktifleştirilmiş karbon 1 μm ila 20 μm , ör., 1 μm ila 15 μm , 1 μm ila 13 μm , 1 μm ila 12 μm , 1 μm ila 10 μm , 3 μm ila 20 μm , 3 μm ila 15 μm , 3 μm ila 12 μm , 3 μm ila 10 μm , 5 μm ila 20 μm , 5 μm ila 15 μm , 5 μm ila 12 μm veya 5 μm ila 10 μm arasında bir d_{90} tanecik boyutu dağılımı ile karakterize edilen bir tanecik boyutu dağılımına sahip olabilir.

Bir başka düzenlemede, mevcut buluşa göre olan usulde kullanılan aktifleştirilmiş karbon 1 μm ila 15 μm , ör., 1 μm ila 15 μm , 1 μm ila 12 μm , 1 μm ila 10 μm , 3 μm ila 15 μm , 3 μm ila 12 μm , 3 μm ila 10 μm , 5 μm ila 15 μm , 5 μm ila 12 μm veya 5 μm ila 10 μm arasında bir $d_{99,9}$ tanecik boyutu dağılımı ile karakterize edilen bir tanecik boyutu dağılımına sahip olabilir.

İnce tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon aşağıdakileri içeren bir usulle hazırlanabilir: d_{95} tanecik boyutu dağılımı en fazla 20 mm olan bir aktifleştirilmiş karbon hammaddesinin havayla tasnif ve öğütmeden seçilen en az bir işleme tabi tutulmasıyla d_{95} tanecik boyutu dağılımı 1 μm ila 28 μm arasında ve d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ila 3 arasında olan ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon oluşturulması.

Bir düzenlemede, aktifleştirilmiş karbon hammaddesi en fazla 10 mm olan bir d_{95} tanecik boyutu dağılımına sahiptir.

Bir düzenlemede, hammadde bir karbon kaynağı olarak bir ham malzemenin karbonlaştırılması/aktifleştirilmesiyle (ör., buhar, gaz ve/veya yüksek sıcaklıkta, örneğin bir fırında kimyasal işlemle, ayrı ayrı veya eşzamanlı olarak gerçekleştirilebilen) elde edilebilen herhangi bir aktifleştirilmiş karbon olabilir. Bir düzenlemede, uygun aktifleştirilmiş karbonlar tezek, odun, lignoselülozik malzemeler, biyokütle, atık, dış lastik, zeytin çekirdekleri, şeftali çekirdekleri, mısır kavuzu, pirinç kavuzu, petrol koku,

linyit, kahverengi kömür, antrasit kömürü, bitümlü kömür, düşük bitümlü kömür, hindistancevizi kabukları, pekan kabukları ve ceviz kabukları ve teknikte bilinen diğer ham malzemelerden seçilen ham malzemelerden elde edilen herhangi bir aktifleştirilmiş karbon olabilir. Bu ham malzemelerin karbonlanması ve aktifleştirilmesiyle (ör., buharla aktifleştirme, gazla aktifleştirme veya kimyasal aktifleştirme) aktifleştirilmiş karbon hammaddesi oluşturulabilir. Bir düzenlemede, burada açıklanan aktifleştirilmiş karbon linyit bazlı aktifleştirilmiş karbonlar veya bitümlü kömür bazlı aktifleştirilmiş karbonlardır (ör., linyit veya bitümlü kömürden türetilen).

Bir düzenlemede, aktifleştirilmiş karbon hammaddesinin d_{95} tanecik boyutu dağılımı en fazla 20 mm, ör., en fazla 10 mm, en fazla 5 mm, en fazla 1 mm, en fazla 750 μm , en fazla 500 μm veya en fazla 250 μm , en fazla 100 μm veya en fazla 50 μm 'dir. Hammadde granül veya tozlaştırılmış formda olabilir.

Bir düzenlemede, aktifleştirilmiş karbon hammaddesi 1 μm ila 28 μm arasında bir d_{95} tanecik boyutu dağılımına sahip olan tanecikler oluşturan en az bir işleme tabi tutulur. Bir düzenlemede, en az bir işlem havalı tasnif ve öğütmeden seçilir. Bir düzenlemede, en az bir işlem havalı tasniftir, burada havalı tasnif ediciler (havalı ayırıcılar veya siklon ayırıcılar olarak da bilinmektedir) bir dairesel, silindirik veya konik geçiş içinde bir basınçlı gazla (ör., hava) tanecikleri yukarıya doğru iterek ayırma gerçekleştirir. Bir düzenlemede, bu geçiş bir siklon ayırıcı veya benzeridir. Bir başka düzenlemede, bu geçiş, akış modellerini desteklemek için dahili yapılara sahip olabilen veya olmayan bir öğütücü gövdesidir. Daha küçük tanecikler bir santrifüjlü ayırıcı boyunca geçecek kadar taşıyıcı gaz tarafından taşınır. Genel olarak, santrifüjlü ayırıcı (genellikle bir havalı tasnif edici çarkı) daha büyük taneciklerin (daha küçük taneciklere kıyasla belirli bir gaz hızında daha az taşınır) iskartaya çıkarılacağı ve ek olarak öğütülmek üzere öğütme bölgesine geri gönderileceği şekilde çok yüksek hızlarda döner. Hava akışı kompresörler veya basınçlı hava akımı fanları dahil teknikte bilinen çeşitli araçlarla sağlanabilir. Bir düzenlemede, havalı tasnif edici bir tasnif edici çarkı içerir ve açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımı (ör., 1 μm ila 28 μm) çark hızının %20 ila %120 nominal maksimum çark hızında, ör., %50 ila %120, %80 ila %120, %20 ila %100, %50 ila %100 veya %80 ila %100 nominal maksimum çark hızında çalıştırılmasıyla elde edilir.

Bir başka düzenlemede, en az bir işlem öğütme, ör., püskürtmeli öğütme veya darbeli öğütmeden seçilir. Bir düzenlemede, öğütme, taneciklerin bir hazne içine püskürtüldüğü ve tanecik-tanecik sürtünmesiyle boyut küçülmesinin elde edildiği püskürtmeli öğütmeden seçilir. Bir başka düzenlemede, öğütme, hammadde taneciklerinin döner
5 bıçaklara veya çekiçlere çarparak tanecik boyutlarının küçüldüğü darbeli öğütmeyle gerçekleştirilir.

Bir düzenlemede, en az bir işlem eşzamanlı veya seri halde öğütme ve havalı tasnifin bir kombinasyonudur. Örneğin, bir hava tasnif edici öğütücü bir basınçlı hava akışı uygulayarak hammadde taneciklerini bir darbeli öğütücü (ör., çekiçli öğütücü) boyunca
10 taşır ve tanecik boyutunu küçültür ve ardından ek sınıflandırmaya tabi tutar. İri boyutlu tanecikler havalı tasnif edici tarafından ıskartaya ayrılır ve ek öğütme ve tanecik boyutu küçültme için geriye öğütücüye taşınabilir. Bir havalı tasnif edicinin bir örneği Hosokawa'dan temin edilebilen Mikro-ACM® 100 darbeli öğütücü/havalı tasnif edicidir.

Bir alternatif olarak, bir havalı tasnif edici, malzemeyi tasnif edici bölgesinden çeken ve besleme malzemesi ile karıştıran bir geri-dönüştürme döngüsü olan bir harici boşaltım döngüsü ile takviye edilir. Bu öğütücünün bir örneği Hosokawa'dan bir Mikro e-ACM® Havalı Tasnif Edici Öğütücüdür ("eACM"). Malzemenin öğütücü haznesinin tepesinden (yani tasnif edici çarkı bölgesi) boşaltılması ıskartaya ayrılan malzemenin ezme
20 bölgesine geri dönme süresini kısaltır, çünkü işlem bu aşama için artık sadece yerçekimine dayanmamaktadır. Bu harici geri döndürme sayesinde, öğütme haznesi içinde perdelemeye de ihtiyaç yoktur. Ek olarak, bir standart ACM için, besleme malzemesi çoğunlukla rotor diskinin üzerine eklenirken, bir eACM için, besleme malzemesi, hava girişi aracılığıyla öğütücünün için pnömatik olarak çekileceği şekilde,
25 süpürme gazı ile rotorun altına eklenir. Malzemenin rotor diskinin altına beslenmesi tasnif edici çarka gelmeden önce en az bir kez öğütücü alanından (öğütücü uçlar/çekiçler ve astar arasındaki boşluk) geçiş olmasını sağlar, bu da bir standart ACM'den daha yüksek verim sağlar. ACM'lerin verimliliği tahrik motorunun gücüyle doğru orantılıdır, dolayısıyla 100HP'lik bir model 15HP'lik bir modelin verimliliğinin
30 kabaca 6.6 katını sağlayabilir. Ancak, bir 15HP'lik eACM ve bir 100HP'lik standart tasarım ACM kıyaslandığında, daha küçük eACM kabaca çok daha büyük öğütücüye

eşdeğer olabilir.

Bir püskürtmeli havalı tasnif edici tanecik boyutunu tanecik-tanecik sürtünmesiyle küçültür. Taşıyıcı gaz tanecikleri yukarıya doğru bir tasnif ediciye taşıyabilir. İri boyutlu tanecikler taşıyıcı gaz tarafından yeterince taşınmaz ve döner tasnif edici boyunca geçemeyecek kadar büyüktürler. Bu büyük tanecikler tasnif edici çarkı tarafından ıskartaya çıkarılır ve ek boyut küçültme için püskürtmeli öğütme haznesine geri gönderilir. Bir püskürtmeli öğütücü/havalı tasnif edicinin bir örneği Hosokawa'dan temin edilebilen bir Alpine AFG 400 püskürtmeli öğütücüdür. Bir düzenlemede, bir püskürtmeli öğütücü için, açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımı (ör., 1 μm ila 28 μm) püskürtmeli öğütücünün motor gücü normalleştirilmiş verimliliğinin lb/(saat-hp) [1 lb = 0.454 kg; 1 hp = 735.5 W] birimi cinsinden kontrol edilmesiyle elde edilir. Bir düzenlemede, püskürtmeli öğütücü 0.1 ila 2 lb/(saat-hp), ör., 0.1 ila 1.5 lb/(saat-hp), 0.1 ila 1.25 lb/(saat-hp), 0.1 ila 1 lb/(saat-hp), 0.1 ila 0.75 lb/(saat-hp), 0.1 ila 0.5 lb/(saat-hp), 0.2 ila 2 lb/(saat-hp), ör., 0.2 ila 1.5 lb/(saat-hp), 0.1 ila 1.25 lb/(saat-hp), 0.2 ila 1 lb/(saat-hp), 0.2 ila 0.75 lb/(saat-hp) veya 0.2 ila 0.5 lb/(saat-hp) arasında bir motor gücü normalleştirilmiş verimlilikte çalıştırılır.

Bir başka düzenlemede, en az bir işlem örneğinin bir havalı tasnif edici öğütücü (ör., darbeli öğütme) ile havalı tasnif etme/öğütmeden seçilir. Bir düzenlemede, havalı tasnif edici öğütücü bir tasnif edici çarkı ile çalıştırılır ve açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımı (ör., 1 μm ila 28 μm) çark hızının %20 ila %120 nominal maksimum çark hızında, ör., %50 ila %120, %80 ila %120, %20 ila %100, %50 ila %100 veya %80 ila %100 nominal maksimum çark hızında çalıştırılmasıyla elde edilir. Bir başka düzenlemede, açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımı (ör., 1 μm ila 28 μm) aCFM/hp (hava akış hızı/öğütücü gücü) birimi cinsinden bir motor gücü-ayarlanmış hava akışı hızı ile belirtilen öğütme gücüne göre hava akışının kontrol edilmesiyle elde edilir. Bir düzenlemede, hava tasnif edici öğütücü 10 ila 150 aCFM/hp, ör., 10 ila 125 ACFM/hp, 10 ila 100 ACFM/hp, 25 ila 150 aCFM/hp, ör., 25 ila 125 ACFM/hp, 25 ila 100 ACFM/hp, 50 ila 150 aCFM/hp, ör., 50 ila 125 ACFM/hp veya 50 ila 100 ACFM/hp arasında bir motor gücü-ayarlanmış hava akışı hızında çalıştırılır.

Bir başka düzenlemede, en az bir işlem örneğinin seri bir şekilde gerçekleştirilen bir püskürtmeli öğütme/ havalı tasnif etme ile havalı tasnif etme/öğütmeden seçilir. Bir

düzenlemede, bir püskürtmeli öğütücü için, açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımı (ör., 1 μm ila 28 μm) püskürtmeli öğütücünün motor gücü normalleştirilmiş verimliliğinin lb/(saat-hp) birimi cinsinden kontrol edilmesiyle elde edilir. Bir düzenlemede, püskürtmeli öğütücü 0.1 ila 2 lb/(saat-hp), ör., 0.1 ila 1.5 lb/(saat-hp), 0.1 ila 1.25 lb/(saat-hp), 0.1 ila 1 lb/(saat-hp), 0.1 ila 0.75 lb/(saat-hp), 0.1 ila 0.5 lb/(saat-hp), 0.2 ila 2 lb/(saat-hp), ör., 0.2 ila 1.5 lb/(saat-hp), 0.1 ila 1.25 lb/(saat-hp), 0.2 ila 1 lb/(saat-hp), 0.2 ila 0.75 lb/(saat-hp) veya 0.2 ila 0.5 lb/(saat-hp) arasında bir motor gücü normalleştirilmiş verimlilikte çalıştırılır.

Bir başka düzenlemede, en az bir işlem seri bir şekilde gerçekleştirilen öğütme ve havalı tasnif etmeden seçilir. Bir düzenlemede, ilk olarak bir ezici veya tozlaştırıcı öğütücü kullanılarak 31 mikrondan daha büyük bir d_{95} değerine sahip olan bir toz (ör., bir iri taneli toz, örneğin 31 ila 200 μm arasında bir toz) oluşturulabilir. Açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımı (ör., 1 μm ila 28 μm) bu iri tanecikli toz akışının havalı tasnif ediciye (ör., siklon aracılığıyla) tabi tutularak bir eşik boyuttan daha küçük olan taneciklerin (ör., 1 μm ila 28 μm) daha büyük taneciklerden (iri boyutlu bölüm) ayrılmasıyla elde edilebilir. İsteğe bağlı olarak, daha büyük tanecikler (ör., d_{95} tanecik boyutu dağılımı 28 μm 'den büyük, en az 50 μm , en az 100 μm , en az 250 μm , en az 500 μm veya en az 1 mm) daha sonra örneğin açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımına (ör., 1 μm ila 28 μm) sahip olan bir malzeme üretmek için dahili havalı tasnif etme teknolojisine sahip olan bir öğütücüyle ek olarak öğütülebilir ve tasnif edilebilir. Daha sonra iki akışın karıştırılmasıyla açıklanan d_{95} tanecik boyutu dağılımı (ör., 1 μm ila 28 μm) oluşturulabilir.

Tasnif edilmiş ve/veya öğütülmüş aktifleştirilmiş karbon hammaddesi bir karbonlu aktifleştirilmiş karbon veya bir işlenmiş aktifleştirilmiş karbon (ör., buharla veya kimyasal olarak aktifleştirilmiş) olabilir. Bir düzenlemede, aktifleştirilmiş karbon hammaddesi kimyasal olarak işlenir, ör., halojenlenir, örneğin florlanır, klorlanır, bromlanır veya iyotlanır. Bir düzenlemede, aktifleştirilmiş karbon hammaddesi karbonludur ve tasnif etme ve/veya öğütmeden sonra kimyasal olarak işlenir (ör., tasnif etme ve/veya öğütmeden sonra halojenlenir, örneğin florlanır, klorlanır, bromlanır veya iyotlanır).

Mevcut buluşa göre, burada açıklanan ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon

kömür yakılan elektrik santrallerinde kömür yakılmasıyla oluşan baca gazından cıvayı uzaklaştırmak için bir emici olarak kullanılır. Buna paralel olarak, mevcut buluş, ayrıca aşağıdakileri içeren bir cıva uzaklaştırma usulü sağlamaktadır:

kömür yakılmasıyla oluşan baca gazına aktifleştirilmiş karbon enjekte edilmesi,

- 5 burada aktifleştirilmiş karbonun d_{95} tanecik boyutu dağılımı 1 μm ila 28 μm arasındadır ve d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ila 3 arasındadır.

Cıva uzaklaştırma veya cıva adsorpsiyonu element veya iyonik formdaki cıvanın uzaklaştırılması veya adsorpsiyonu olarak anlamına gelmektedir.

- Şekil 1, bir elektrik santralinin (2) temel konfigürasyonunu gösteren bir akış
10 diyagramıdır. Elektrik santrali (2) bir işlevsel elektrik santrali, deneysel test bölgesi, bir pilot tesis veya bir laboratuvar ölçeğinde model olabilir. Kömür (14) bir su içeren kazana (4) beslenir. Kazan (4) tarafından kömürün (14) yakılması suyu ısıtarak buhar oluşturur ve baca gazının kazan ve emici enjeksiyonu arasına yerleştirilen bir ekonomizör (gösterilmemektedir) boyunca ok (6) ile gösterilen yol aracılığıyla
15 kazandan (4) çıkmasını sağlar. Tanecikli emici (10) kazandan (4) aşağı yönde enjekte edilir ve cıva katışıklığının emici (10) üzerine adsorpsiyonunu sağlar. Bir tanecik toplama aracı (8) gaz akışından kullanılmış emiciyi (12) ayırır. Tanecik toplama aracı (8) bir elektrostatik çöktürücü (ESP), kumaş filtre ve torba filtre gibi teknikte bilinen bir veya daha fazla araç içerebilir.

- İsteğe bağlı olarak elektrik santrali (2) kazan (4) ve tanecik toplama aracı (8) arasına
20 yerleştirilen bir hava ön-ısıtıcısına (16) sahip olacak şekilde yapılandırılabilir, burada hava ön-ısıtıcısı (16) 1093°C'nin (2000°F) üzerindeki sıcaklıklara ulaşabilen kazandan çıkan baca gazını soğutur. Hava ön-ısıtıcısı girişinin (16a) yukarı tarafı "sıcak" taraf olarak adlandırılırken, hava ön-ısıtıcısı girişinin (16b) aşağı tarafı sıcaklık birkaç yüz
25 derece düşebildiğinden "soğuk taraf" olarak adlandırılmaktadır. Emici (10), hava ısıtıcısının (16) aşağı tarafına enjekte edildiği gösterilmesine rağmen, hava ısıtıcısının (16) soğuk tarafına veya sıcak tarafına enjekte edilebilir.

- İşlevsel elektrik santrallerinin baca gazı çoğunlukla cıva katışıklıklarının
adsorpsiyonunu engelleyebilen başka katışıklıklar içerir. Örneğin, baca gazındaki
30 yaygın bir katışıklık olan SO_3 aktifleştirilmiş karbon üzerindeki adsorpsiyon bölgeleri

için cıva katışıklıkları ile rekabet edebilir. SO_3 varlığında cıva uzaklaştırma verimini belirlemek için, Şekil 1, hava ön-ısıtıcısının (16) yukarı yönünde (20a) veya aşağı yönünde (20b) baca gazına kontrollü miktarlarda ekleme yapmak için bir SO_3 kaynağı (18) göstermektedir.

- 5 Şekil 1'deki temel konfigürasyon çeşitli farklı şekillerde yapılandırılabilir. Harcanan emicinin (12) ayrılmasından sonra, baca gazı örneğin SO_x ve NO_x gibi başka baca gazı kirleticileri için temizleyiciler, ek tanecik toplama araçları ve hava ısıtıcıları aracılığıyla ek işleme veya saflaştırmaya tabi tutulabilir.

Şekil 2'de gösterildiği gibi, bir elektrik santrali baca gazının bir bölümünün ana yolu pas
10 geçeceği şekilde yapılandırılan ve küçük ölçekli testlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayan bir çıkış akışı ile donatılabilir. Şekil 2, şematik olarak, Pensacola, FL'deki Gulf Power Company's Plant Crist Unit 5'te Cıva Araştırma Merkezindeki bir elektrik santralinin konfigürasyonunu göstermektedir. Elektrik santrali (52), baca gazı hava ısıtıcısının (66) yukarı tarafına (sıcak taraf ESP (58a)) veya aşağı tarafına (soğuk taraf
15 ESP (58b)) yerleştirilebilen bir sıcak taraf elektrostatik çöktürücüye (ESP) yönlendirilen bir kazan (54) içerir. Temizleyici (80), SO_x ve NO_x gibi başka kirleticilerin uzaklaştırılması için hava ısıtıcı (66) ve ESP (58a) veya ESP'nin (58b) daha aşağı tarafına yerleştirilir.

SO_3 varlığında cıva uzaklaştırılmasını test etmek için, birim (52) sıcak taraf ve soğuk
20 taraf gazlarının ortalaması olan bir sıcaklıkta baca gazı oluşturmak için yol (52c)'de birleşen sıcak taraf (52a) ve soğuk taraf (52b) baypas yollarını içeren bir çıkış akışı (70) (noktalı çizgi içinde) ile donatılır. Çıkış akışına (70) giren baca gazı isteğe bağlı olarak bir temizleyici (72), hava ısıtıcısı (74) ve bir ESP veya torbalı filtre içeren tanecik toplama aracı (76) boyunca geçer. Emici (10) girişlere (10a) (sıcak taraf) veya (10b)
25 (soğuk taraf) enjekte edilebilir. Benzer şekilde, SO_3 enjeksiyonu (18) sıcak taraf (18a) veya soğuk tarafta (18b) olabilir. Cıva konsantrasyonu tanecik toplama aracının (76) yukarı tarafı ve aşağı tarafında emici (10) ve SO_3 (18) enjeksiyonundan önce ve sonra izlenebilir. Cıva çıkış konsantrasyonu bir kesintisiz emisyon ölçüm sistemi ile ölçülür. Giriş konsantrasyonu emici kapanları kullanılarak ölçülür. Emici kapanları bir Ohio
30 Lumex kullanılarak değerlendirilir.

Bazı durumlarda, yüksek SO_3 içeren baca gazı akışları için, SO_3 'ün aktifleştirilmiş

karbona bağlanmak için rekabet etme kabiliyetiyle önemli ölçüde yüksek SO_3 konsantrasyonu cıva uzaklaştırılması için bir problem teşkil edebilir. Ayrıca, açıklanan ince tanecik boyutlu malzemenin hammadde aktifleştirilmiş karbona kıyasla arttırılmış bir arada kalma mukavemetine sahip olduğu keşfedilmiştir. Bir arada kalma mukavemetindeki artış kömür yakılan elektrik santrallerindeki besleme sistemlerindeki akışı etkileyerek emicinin yetersiz beslenmesine neden olabilir. Ayrıca, ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbonun depolama sırasında (ör., bir ambar veya bir siloda) birleşebildiği keşfedilmiştir.

Burada hem cıva ve hem de SO_3 adsorpsiyonunu sağlayan arttırılmış sayıda bağlama bölgesi içeren bir bileşim sağlanmaktadır. Buna paralel olarak, bir düzenleme aktifleştirilmiş karbon ve silis, örneğin füme silis içeren bir bileşim sağlamaktadır. Füme silis, agregalar oluşturacak şekilde kuvvetli bir şekilde birleşen birincil silis tanecikleri içerir, bu agregalar ise kümeler oluşturacak şekilde diğer agregalara zayıf bir şekilde bağlanır. Akış kontrolü için örnek füme silislere CAB-O-SIL® M-5, PTG, MS-55, EH-5, TS-720, TS-610 ve TS-530 dahil Cabot şirketi tarafından CAB-O-SIL® markasıyla satılanlar dahildir. Bu, erişilebilen bağlama bölgeleri sayısının arttırılacağı şekilde aktifleştirilmiş karbonun akış özelliklerini geliştirir.

Bir düzenlemede, silis, ör., füme silis, aktifleştirilmiş karbon içeren bileşimde, bileşimin toplam ağırlığına göre, ağırlıkça %0.05 ila %2, ör., ağırlıkça %0.1 ila %2 arasında bir miktarda mevcuttur. Bir düzenlemede, aktifleştirilmiş karbon içeren bileşim bir tozlaştırılmış malzemedir. Bir başka düzenlemede, silis bileşimde bileşimin toplam ağırlığına göre ağırlıkça %0.05 ila %1.5, ör., ağırlıkça %0.05 ila %1, ağırlıkça %0.05 ila %0.5, ağırlıkça %0.1 ila %2, ağırlıkça %0.1 ila %1.5, ağırlıkça %0.1 ila %1 veya ağırlıkça %0.1 ila %0.5 arasında bir miktarda mevcuttur.

Ayrıca, ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbon ve silis (ör., füme silis) içeren bir bileşimin silis içermeyen aktifleştirilmiş karbon içeren bir bileşime kıyasla geliştirilmiş akış özelliklerine sahip olabildiği keşfedilmiştir. Bir başka düzenleme, cıva uzaklaştırılması için, kömürün yanmasıyla oluşan baca gazına aktifleştirilmiş karbon ve silis (ör., füme silis) içeren bir bileşim enjekte edilmesini içeren bir usul sağlamaktadır, aktifleştirilmiş karbonun d_{95} tanecik boyutu dağılımı 1 μm ila 28 μm arasındadır ve d_{95}/d_{50} oranı 1.5 ila 3 arasındadır. Silis bileşimde, bileşimin toplam ağırlığına göre,

ağırlıkça %0.05 ila %2 arasındaki miktarlarda veya burada açıklanan başka miktarlarda mevcut olabilir.

ÖRNEKLER

Tüm tanecik boyutları, her ikisi de Beckman Coulter'den temin edilebilen bir LST™ 13 320 veya bir LST™ 200 Lazer Difraksiyonu ile Tanecik Boyutu Analiz Edici ile sıvı dağılımları olarak ölçülmüştür.

Örnek 1: Püskürtmeli öğütme/havayla tasnif etme aracılığıyla ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbonun hazırlanması

Linyit bazlı, bromlanmış, aktifleştirilmiş karbon hammaddesi olarak piyasadan Cabot Corporation - Norit Activated Carbon'dan temin edilebilen DARCO® Hg-LH Extra kullanılmıştır. Öğütücü olarak Hosokawa'dan bir Alpine AFG 400 püskürtmeli öğütücü kullanılmıştır.

Aşağıda Tablo 1'de püskürtmeli öğütücünün çalışma koşulları ve hammaddenin ve öğütülmüş aktifleştirilmiş karbonun özellikleri verilmektedir.

Tablo 1: Çalışma Koşulları

	Hammadde	Numune A1	Numune B	Numune C1
Çark Hızı [devir/dakika]	yok	6000	5000	4000
Hava Basıncı [KPa]	yok	620	689.5	689.5
([psi]		90	100	100)
Uç Boyutu [mm]	yok	6.3	6.3	8.0
d ₁₀ [µm]	1.4	1.0	1.0	1.4
d ₅₀ [µm]	15.9	2.6	3.2	6.4
d ₉₅ [µm]	53.5	6.3	8.7	16.3
Verimlilik [kg/saat]	yok	45.4	63.6	181.6
([lb/saat]		100	140	400)

Örnek 2: Darbeli öğütme/havayla tasnif etme aracılığıyla ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbonun hazırlanması

Bu örnekte, bir aktifleştirilmiş karbon hammaddesi darbeli öğütme ve havayla tasnif etmeye tabi tutulmuştur. Linyit bazlı aktifleştirilmiş karbon hammaddesinin özellikler
5 aşağıda tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2

Nem [%]	0.87
Kül [%]	40.3
Melaslar RE [db]	85
İyot Sayısı [mg/g]	495
+ 4 Gözenek [%]	11
4 - 8 Gözenek [%]	81
8 x 30 Gözenek [%]	8
+ 30 Gözenek [%]	1
Ortalama Tanecik Çapı [mm]	3.6

Bu hammadde Hosokawa'dan bir Mikro-ACM® 100 darbeli öğütücü/havalı tasnif edici ile öğütülmüştür. Aşağıda Tablo 3'te çalışma koşulları ve öğütülmüş aktifleştirilmiş
10 karbonların özellikleri verilmektedir.

Tablo 3

Numune D

Öğütücü Gücü [kW]	73.55
([HP])	100)
Rotor Motor Hızı [Hz]	60
Hava Hızı [am ³ /dak]	232.4
([aCFM])	8300)
Besleme hızı [kg/saat]	227
([lb/saat])	500)

Numune D

Tasnif Edici Gücü [kW]	11.3
([HP])	15)
Tasnif Edici VFD [Hz]	60
Rotor Ucu Hızı [m/s]	5334
([ft/s])	17500)
d_{10} [μm]	1.9
d_{50} [μm]	8.9
d_{95} [μm]	23.9

Örnek 3: Püskürtmeli öğütme/havalı tasnife tabi tutulmuş aktifleştirilmiş karbonla Hg uzaklaştırma

Bu örnek, Örnek 1'deki Numune C1 ile aynı şekilde hazırlanmış püskürtmeli öğütme/havalı tasnife tabi tutulmuş, bromlanmış aktifleştirilmiş karbonun (Numune C2) Hg uzaklaştırma kabiliyetini göstermektedir. Bu sonuçlar, Williams Patent Crusher and Pulverizer Co.'dan bir Model B laboratuvar silindirli öğütücüsüyle öğütülmüş daha sonra ABD Pat. No. 8,551,431'de açıklananla aynı usul kullanılarak bromlanmış bir granül aktifleştirilmiş karbonla (Karşılaştırma Numunesi A) karşılaştırılmıştır. Cıva uzaklaştırma deneyleri Pensacola, FL'de Gulf Power Company's Plant Crist Unit 5'teki Cıva Araştırma Merkezinde, 5 MWE'ye eşdeğer bir çıkış akışına sahip olan 75 MWE'lik bir kömür yakılan elektrik santralının bir çıkış akışı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Birim şematik olarak Şekil 2'de gösterilmektedir. emici enjeksiyonu hava ısıtıcısının (10b) soğuk tarafında gerçekleştirilmiştir. Numuneler bir kalibre edilmiş gravimetrik besleyici ile birime beslenmiştir. SO_3 konsantrasyonu aşağıdaki tablolarda verilmektedir. Sıcaklık sıcak tarafta 357-366°C (675-690°F), ESP girişinde (soğuk taraf) 141-149°C (285-300°F) ve ESP çıkışında 132-138°C (270-280°F) arasında olmuştur. Birimin baca gazı akış hızı kabaca 560 fiili dakikada metre küp [am^3/dak] (20,000 fiili dakikada ft küp (aCFM)) olmuştur.

Numune C2 ve Karşılaştırma numunesi A'nın tanecik boyutu dağılımı Tablo 4'te

gösterilmektedir ve Hg uzaklaştırma verileri aşağıdaki Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 4

	Karşılaştırma Numune A	Numune C2
d ₅	2.2	
d ₁₀		1.4
d ₅₀	7.7	6.8
d ₉₀		15.3
d ₉₅	30.7	17.4

Tablo 5

	Hız [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı	%3 O₂'de uzaklaştırma [%]	Ayarlanmış Uzaklaştırma [%]
Numune C2 (12.7 ppm SO ₃)	0.0	14:03	14:13	0.406	0.000
	1.5 (3.3)	14:23	14:29	0.533	0.127
	3.0 (6.7)	14:34	14:49	0.609	0.203
	4.5 (10.0)	15:03	15:24	0.671	0.265
Karş. Numunesi A (9.3 ppm SO ₃)	0.0	09:26	09:59	0.422	0.000
	1.5 (3.3)	10:13	10:26	0.496	0.074
	3.0 (6.7)	10:35	10:54	0.567	0.145
	4.5 (10.0)	11:05	11:20	0.622	0.200
	6.0 (13.3)	11:25	11:32	0.694	0.272
	7.6 (16.7)	11:50	11:56	0.777	0.355

5

Tablo 5'teki verilerin grafiği, aktifleştirilmiş karbon numuneleri için enjeksiyon hızına karşı Hg uzaklaştırılmasını gösteren Şekil 3A ve 3B'de verilmektedir (Şekil 3A: %3 O₂'ye ayarlanmış çıkışta Hg uzaklaştırma; Şekil 3B: ayarlanmış Hg uzaklaştırma). Düşük bir d₉₅ değerine sahip olan aktifleştirilmiş karbonun (Numune C2) daha yüksek bir SO₃ konsantrasyonunda dahi (12.7 ppm SO₃'e kıyasla Karşılaştırma Numunesi A

10

için 9.3 ppm SO₃) Karşılaştırma Numunesi A'ninkinden daha yüksek bir Hg uzaklaştırma hızı sağladığı görülebilir. Girişteki HG seviyeleri aktifleştirilmiş karbon enjeksiyonunun yukarı tarafındaki emici kapanları aracılığıyla belirlenmiştir. Emici kapanı cıva seviyeleri RP-M324 ve RP-M324M eklentileriyle bir kalibre edilmiş Ohio Lumex RA-915+ Zeeman Cıva Spektrometresi kullanılarak ölçülmüştür.

Örnek 4: Darbeli öğütme/havali tasnife tabi tutulmuş aktifleştirilmiş karbonla Hg uzaklaştırma

Bu örnekte, Örnek 2'deki aktifleştirilmiş karbonun (Numune D) ABD Pat. No. 8,551,431'de açıklanan şekilde bromlanmasıyla Numune D1 oluşturulur. Numune D1 daha sonra Örnek 3'te açıklanan usulle Hg uzaklaştırma için test edilir ve sonuçlar DARCO® Hg-LH Extra hammaddesinin bilyeli öğütülmüş ürünü (Karşılaştırma Numunesi B) ile karşılaştırılır. Bilyeli öğütme, aşağıda Tablo 6'da gösterilen tanecik boyutu elde edilene kadar, 4 farklı orta boyutla 1.27 cm, 1.9 cm, 2.54 cm ve 3.18 cm (½", ¾", 1" ve 1 ¼") (her biri yaklaşık %25) gerçekleştirilmiştir. Her iki numunenin tanecik boyutu Tablo 6'da ve Hg uzaklaştırma verileri aşağıdaki Tablo 7'de gösterilmektedir. Karşılaştırma Numunesi B ve Numune D1'in aktivite farkını hesaba katmak için hacim bazında karşılaştırıldığı belirtilmelidir. Bu örnekte, bromlanmış ürün için başlangıç malzemeleri farklı aktivite seviyelerine ve dolayısıyla farklı yoğunluklara sahip olmuştur. Bu farkı hesaba katmak için, veriler Tablo 7'de hacim bazında verilmektedir ve karşılaştırılmaktadır.

Tablo 6

	Karş. Numunesi B*	Numune D1
d ₅ (µm)	2.5	1.9
d ₅₀ (µm)	12.2	9.6
d ₉₅ (µm)	76.3	27.9
Sıkıştırılmış Yoğunluk [kg/m ³]	529.7	717.7
([lb/ft ³])	32.7	44,3)

Bilyeli öğütmeye tabi tutulmuş numunenin (Karş. Numunesi B) ölçülen tanecik boyutu topraklaşmadan dolayı artmıştır, ancak Hg uzaklaştırma testi sırasında, tanecikler açılacaktır.

Tablo 7

	Hız [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Hız [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı	%3 O ₂ 'de uzaklaştırma [%]	Ayarlanmış Uzaklaştırma [%]
Numune	0.0	0.00	13:05	13:28	0.361	0.000
D/Br %4 Br	1.5 (3.3)	0.036 (0.08)	13:43	13:55	0.466	0.105
(14.0 ppm	3.0 (6.7)	0.068 (0.15)	14:09	14:15	0.524	0.163
SO₃)	4.5 (10.0)	0.104 (0.23)	14:35	14:47	0.583	0.222
Karş.	0.0	0.00	08:35	08:50	0.314	0.000
Numunesi	1.5 (3.3)	0.045 (0.10)	09:04	09:15	0.413	0.099
B/Br (8.1	3.0 (6.7)	0.091 (0.20)	09:23	09:35	0.478	0.164
ppm SO₃)	4.5 (10.0)	0.141 (0.31)	09:44	09:58	0.547	0.233

Bu verilerin grafiği, aktifleştirilmiş karbon için enjeksiyon hızına karşı Hg uzaklaştırılmasını gösteren Şekil 4A ve 4B'de verilmektedir (Şekil 4A: %3 O₂'de Hg uzaklaştırma; Şekil 4B: ayarlanmış Hg uzaklaştırma). Düşük bir d₉₅ değerine sahip olan aktifleştirilmiş karbonun (Numune D1) Karşılaştırma Numunesi B'ninkinden daha yüksek bir Hg uzaklaştırma hızı sağladığı görülebilir.

Örnek 5: Püskürtmeli öğütme/havalı tasnif ve sadece havalı tasnifle (siklon) aktifleştirilmiş karbonla Hg uzaklaştırma

10 Bu örnek, Örnek 1'deki Numune A1'inkine benzer bir şekilde püskürtmeli öğütme/havalı tasnife tabi tutulmuş bir bromlanmış aktifleştirilmiş karbon (Numune A2) için Hg uzaklaştırma verilerini (Örnek 3'te açıklanan usulle gerçekleştirilen Hg uzaklaştırma) göstermektedir. Bu örnek ayrıca, sadece siklon aracılığıyla havalı tasnife tabi tutulmuş ve daha sonra Örnek 4'te açıklanan usulle bromlanmış aktifleştirilmiş

15 karbon (Numune E) için Hg uzaklaştırma verilerini göstermektedir. Bu veriler DARCO® Hg-LH Extra (Karşılaştırma Numunesi C) için olan Hg uzaklaştırma verileriyle karşılaştırılmaktadır. Aşağıdaki Tablo 8 Numune A2, Numune E (bromlama öncesindeki tanecik boyutu dağılımı ile birlikte) ve Karşılaştırma Numunesi C için tanecik boyutu dağılımını ve Tablo 9 karşılık gelen Hg uzaklaştırma verilerini

20 göstermektedir.

Tablo 8

	Numune A2	Numune E (Karşılaştırma)	Bromlama Öncesindeki Numune E (Karşılaştırma)	Karş. Numunesi C
d ₅		2.4	2.0	2.8
d ₁₀	1.227	2.9		
d ₅₀	3.028	6.0	4.5	16.4
d ₉₀	5.995	14.8		
d ₉₅	6.819	20.0	14.1	53.3

Tablo 9

	Hız [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı	%3 O₂'de uzaklaştırma [%]	Ayarlanmış Uzaklaştırma [%]
Numune A2 (8.1 ppm SO₃)	3.0 (6.7)	10:32	10:48	0.634	0.320
	4.5 (10.0)	10:52	11:21	0.804	0.490
Numune E (Karşılaştırma) (9.2 ppm SO₃)	3.0 (6.7)	18:23	18:29	0.640	0.289
	4.5 (10.0)	18:40	18:56	0.741	0.390
	0.0	12:23	12:40	0.324	0.000
	3.0 (6.7)	14:25	14:39	0.600	0.276
	4.5 (10.0)	15:05	15:19	0.722	0.398
Karş. Numunesi C (9.2 ppm SO₃)	0.0	12:23	12:40	0.324	0.000
	1.5 (3.3)	13:22	13:29	0.422	0.098
	3.0 (6.7)	13:36	13:48	0.512	0.188
	4.5 (10.0)	13:55	14:13	0.582	0.258

- 5 Bu verilerin grafiği, enjeksiyon hızına karşı Hg uzaklaştırılmasını gösteren Şekil 5A ve 5B'de verilmektedir (Şekil 5A: %3 O₂'de Hg uzaklaştırma; Şekil 5B: ayarlanmış Hg uzaklaştırma). Düşük bir d₉₅ ve d₅₀ değerine sahip olan aktifleştirilmiş karbonların Karşılaştırma Numunesi C'ninkinden daha yüksek bir Hg uzaklaştırma hızı sağladığı görülebilir.

Örnek 6: İnce Tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbona silis eklenmesi

Bu örnekte, Örnek 1'deki aktifleştirilmiş karbona Numune B Tablo 10'da belirtilen miktarlarda bir füme silis (CAB-O-SIL® M-5) eklenmiştir. Tablo 10 ayrıca her bir silis karışımı için bir arada kalma mukavemetini (kPa, sağdaki sütun) ve büyük konsolidasyon baskısını (kPa, soldaki sütun) göstermektedir.

Tablo 10

Silis (ağ.%)

0		0.05		0.1		0.25		0.5	
0.860	0.622	0.849	0.646	0.852	0.637	0.854	0.635	0.813	0.586
1.976	1.292	1.840	1.208	1.880	1.152	1.842	1.273	1.979	1.197
4.207	2.358	4.044	2.160	4.128	2.124	4.274	2.014	4.335	1.910
9.490	4.413	9.438	4.038	9.505	3.861	9.369	4.019	9.570	3.827

Bu verilerin grafiği, büyük konsolidasyon baskısının bir fonksiyonu olarak bir arada kalma mukavemetini gösteren Şekil 6'da verilmektedir. Malzemenin taşınma kabiliyetini arttıran bir arada kalma mukavemetinin düşürülmesi için bir akış yardımcı maddesi olarak silis eklenmesinin yararlı olduğu görülebilir.

Örnek 7: eACM aracılığıyla ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbonun hazırlanması

Bu örnekte, Örnek 2'deki hammadde (Tablo 2) Hosokawa'dan bir Mikro e-ACM® Havalı Tasnifli Öğütücü ("eACM") aracılığıyla tanecik boyutu küçültme işlemine tabi tutulmuştur. eACM için çalışma koşulları Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11

Öğütme Tipi	15 eACM
Malzeme Tipi	Darco FGD
Rotor Tipi	8 Bayrak Tipi (TC Uçlu)
Rotor Devir/Dakika	7,000
Rotor Amp (Boşta)	9.9 - 10.0

Rotor Amp (Yükte)	188 - 19.2
Tasnif Edici Devir/Dakika	1.750
Tasnif Edici (Boşta)	1.95 - 1.96
Tasnif Edici (Yükte)	1.93 - 1.91
Boşaltma Basıncı (psig)	80
Boşaltma Akışı (SCFM)	20
Boşaltma Kapısı Ayarı	%100 Açık
Astar Tipi	Birden fazla Saptırıcı Seramik
Hava Akışı (CFM)	500
Öğütücü Basıncı (WG cinsinden)	20 / 25
Sistem Basıncı (WG cinsinden)	30 / 40
Körük Hızı (Hz)	30.3 / 35.7
Körük Amp	21.2 / 22.9
Öğütücü Çıkış Sıc. (°C)	108 / 130
Besleme Miktarı (lb)	400.0
Süre (dak)	30.4
Kapasite (lb/saat)	789

1 psig = 100.67 kPa; 1 lb = 0.454 kg

Elde edilen ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbonun d_{50} değeri 9.17 μm , d_{95} değeri 28.7 μm ve d_{95}/d_{50} oranı 2.87 olmuştur ("Numune F").

- eACM için öğütücü verimlilik performansı, öğütücü boyutu (motor gücü) için
- 5 ayarlandığında bir standart tasarımlardan belirgin bir şekilde daha yüksektir. Şekil 7, çeşitli d_{50} tanecik boyutu dağılımları için öğütme verimliliğinin (lb/saat) bir grafiğidir. Benzer bir boyut aralığındaki tanecikler için 73.5 kW (100 HP) veya 7.35 kW'de (10 HP) çalışan bir standart ACM'ye kıyasla eACM 11 kW'de (15 HP) d_{50} tanecik boyutu dağılımı 8-9 μm olan tanecikler (bkz., Numune F) için önemli ölçüde daha yüksek bir
- 10 verimlilik sağlamaktadır. Şekil 7 ayrıca, daha küçük tanecik boyutlarının (5 μm ile 8 μm arasında değişen d_{50}) da artan tasnif edici hızlarında yüksek verimlilikle elde edilebildiğini göstermektedir.

Örnek 8: eACM ile hazırlanan ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbonla Hg uzaklaştırma

Bu örnek, d_{95}/d_{50} oranı 3.19 olan aktifleştirilmiş karbon ("Karşılaştırma Numunesi D") ve Cabot Corporation - Norit Activated Carbon'dan temin edilen DARCO® Hg-LH Extra'ya ("Karşılaştırma Numunesi E") kıyasla, Örnek 7'deki ince tanecik boyutlu aktifleştirilmiş karbonun ("Numune F") Hg uzaklaştırma kabiliyetini göstermektedir. İlgili tanecik boyutu dağılımları ve oranları Tablo 12'de verilmektedir.

Tablo 12

Numune	d_{50} [μm]	d_{95} [μm]	Oran [-]
Numune F	9.17	26.4	2.88
Karş. D	7.86	25.1	3.19
Karş. E	14		3.56

- 10 Numune F ve Karşılaştırma Numunesi E Örnek 3'te açıklandığı gibi bromlanmıştır. (Karşılaştırma Numunesi D bromlanmış formda temin edilmiştir). Cıva uzaklaştırma deneyleri Sask Power's Poplar River Plant (Coronach, SK.) içinde yer alan Emisyon Kontrolü Araştırma Tesisinde (ECRF), bir kömür yakılan elektrik santralının çıkış akışı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çıkış akışı yaklaşık 56 fiili dakikada metre küp [m^3/dak]
- 15 (2000 fiili dakikada ft küp (aCFM)) baca gazı akış hızı ile 0.5 MWe'ye eşdeğerdir. Tanecik kontrolü bir elektrostatik çöktürücü (ESP) ile gerçekleştirilmiş ve ESP ile cıva uzaklaştırılması Tekran® 2537 CEMs ile ölçülmüştür. Emici enjeksiyonu kabaca 150°C sıcaklıkta elektrostatik çöktürücünün yukarı tarafında gerçekleştirilmiştir, ancak sıcaklık kabaca 180°C'ye çıkarılabilir. Çıkış akışı biriminde herhangi bir APH olmadığından,
- 20 ECRF hava ön-ısıtıcısının (APH) yukarı tarafında veya aşağı tarafından enjeksiyon bağlantı noktasına sahip değildir. Bunun yerine, arzu edilen baca gazı sıcaklığı ana tesis APH'sinin yukarı tarafı ve aşağı tarafındaki baca gazının karıştırılmasıyla elde edilir. Sonuçlar Tablo 13'te gösterilmektedir.

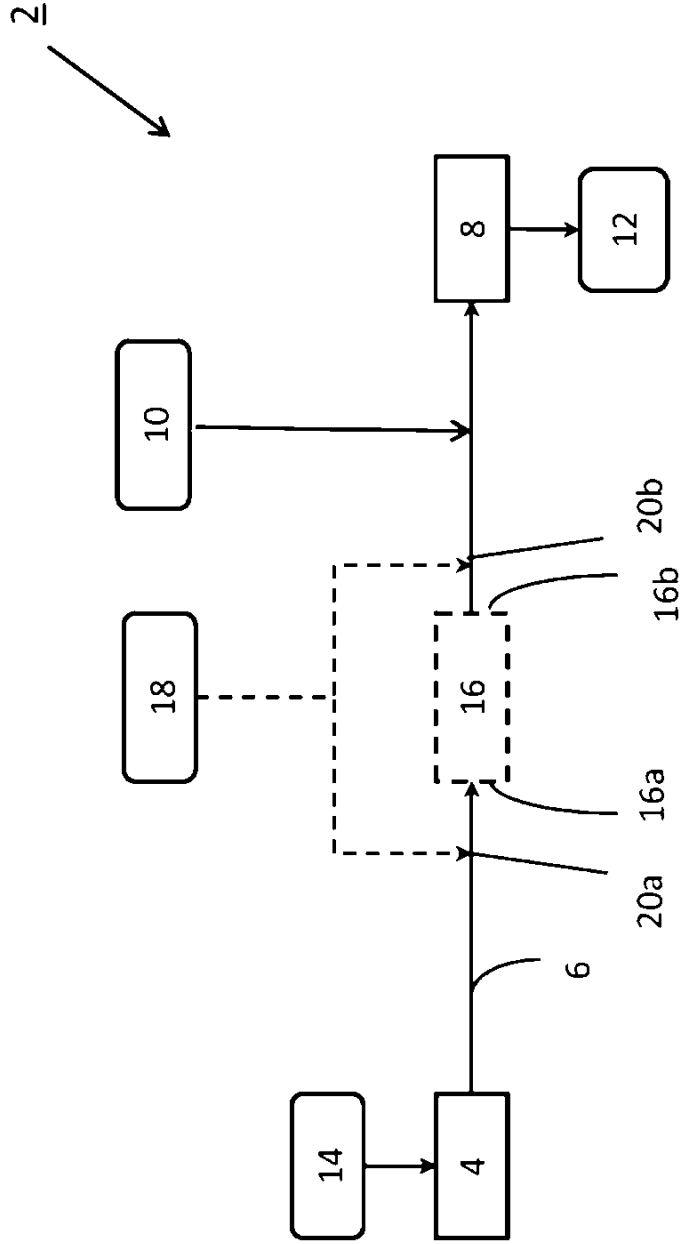
Tablo 13

	Hız (g/saat)	Hız [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı	Giriş O ₂ 'de uzaklaştırma [%]	Ayarlanmış Uzaklaştırma [%]
Numune F	75	0.63 (1.38)	13:15	13:27	0.542	0.530
	91	0.76 (1.67)	13:35	13:47	0.572	0.559
	133	1.11 (2.44)	13:55	14:07	0.641	0.629
Karş. D	75	0.63 (1.38)	10:07	10:20	0.524	0.511
	91	0.76 (1.67)	10:27	10:40	0.571	0.558
	133	1.11 (2.44)	10:47	11:00	0.649	0.636
Karş. E	30	0.25 (0.54)	14:42	15:05	0.319	0.306
	59	0.49 (1.08)	15:12	15:25	0.420	0.408
	91	0.76 (1.67)	15:32	15:45	0.516	0.504
	133	1.11 (2.44)	15:52	16:05	0.602	0.590

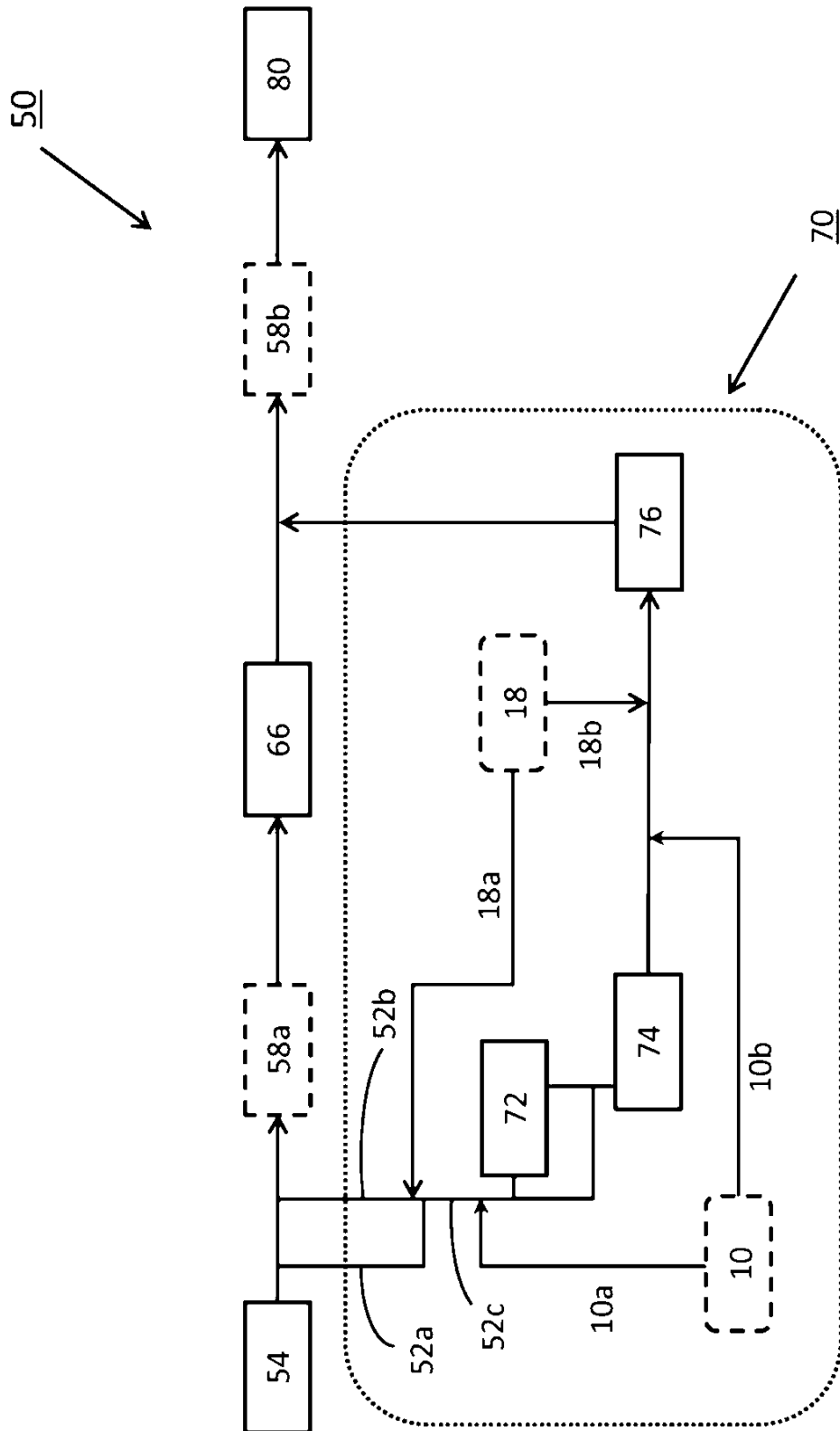
Bu verilerin grafiği ayrıca emici enjeksiyon hızına göre ayarlanmış Hg uzaklaştırılmasını gösteren Şekil 8'de verilmektedir. Numune F'nin Karşılaştırma

5 Numunesi D ve E'ye kıyasla emici enjeksiyon hızları aralığında daha yüksek bir Hg uzaklaştırma oranı sağladığı görülebilir.

EP 3 096 866 B1

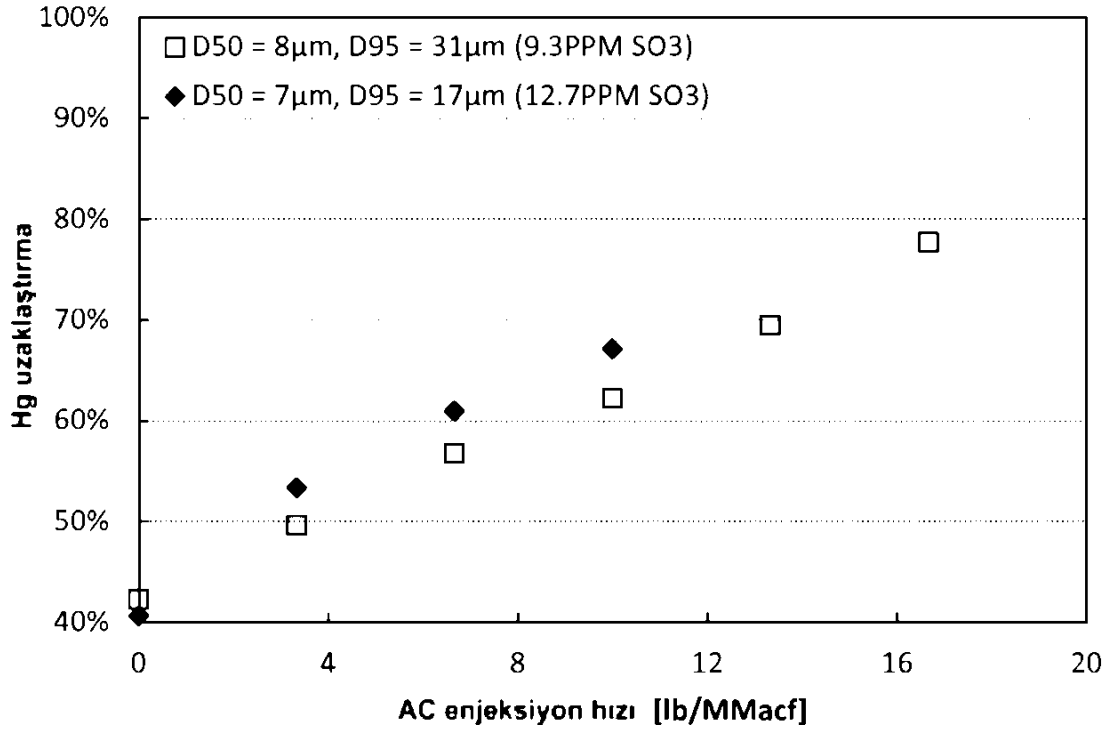


ŞEKİL 1

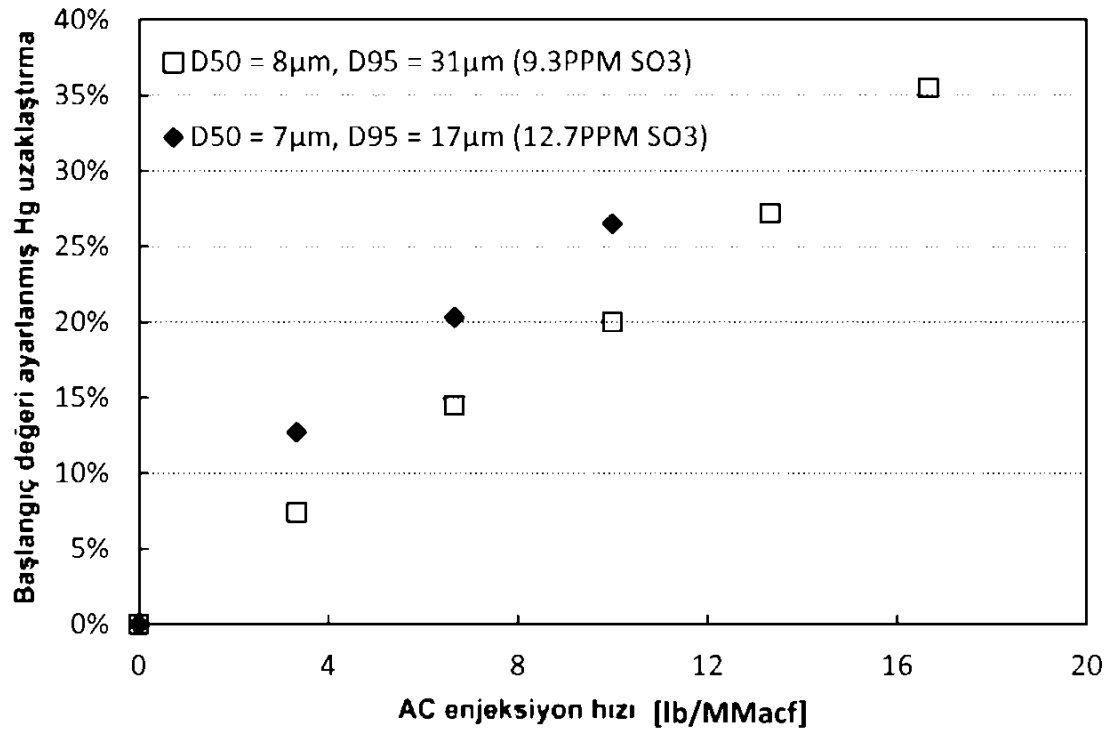


ŞEKİL 2

EP 3 096 866 B1

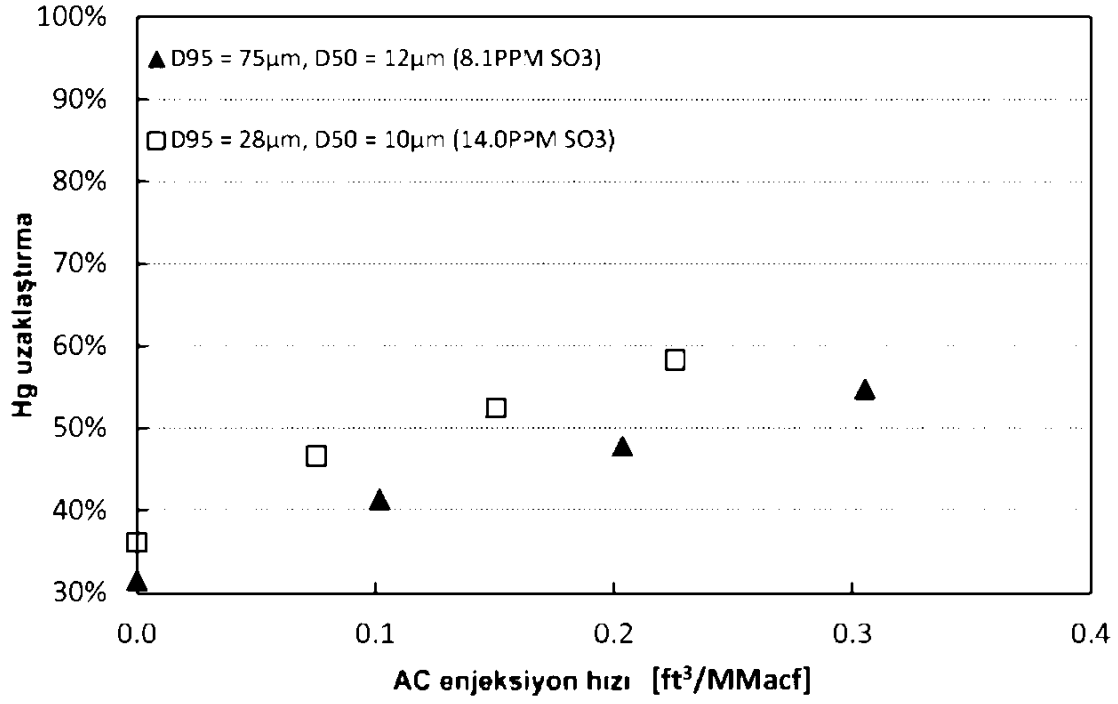


ŞEKİL 3A

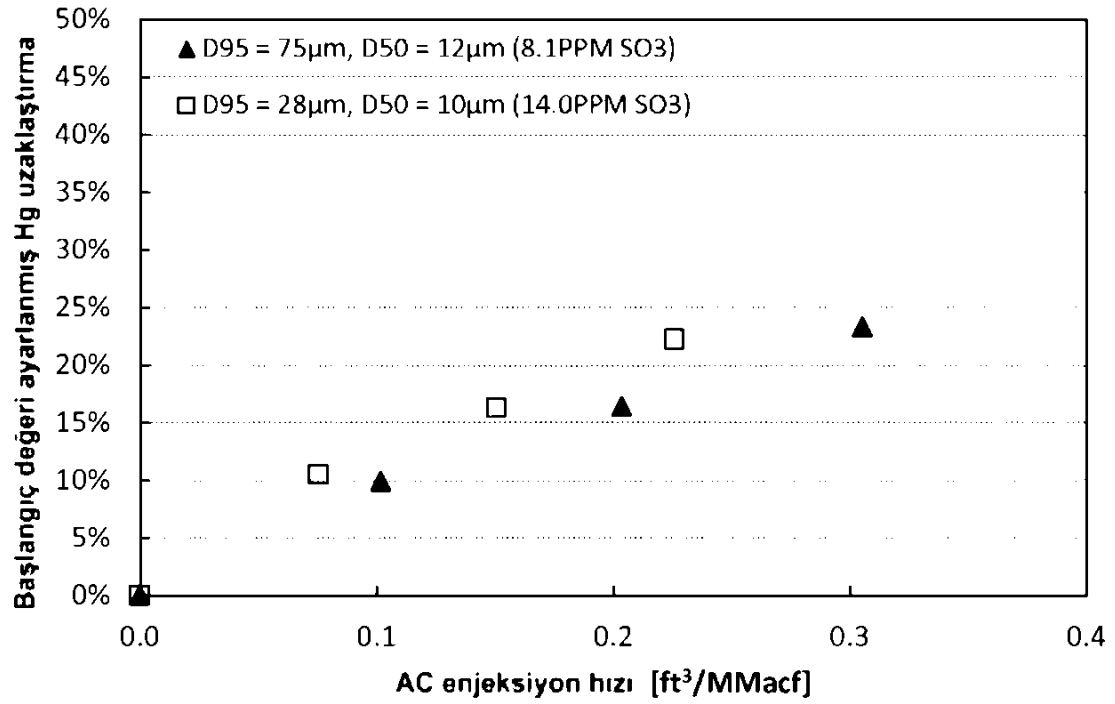


ŞEKİL 3B

EP 3 096 866 B1

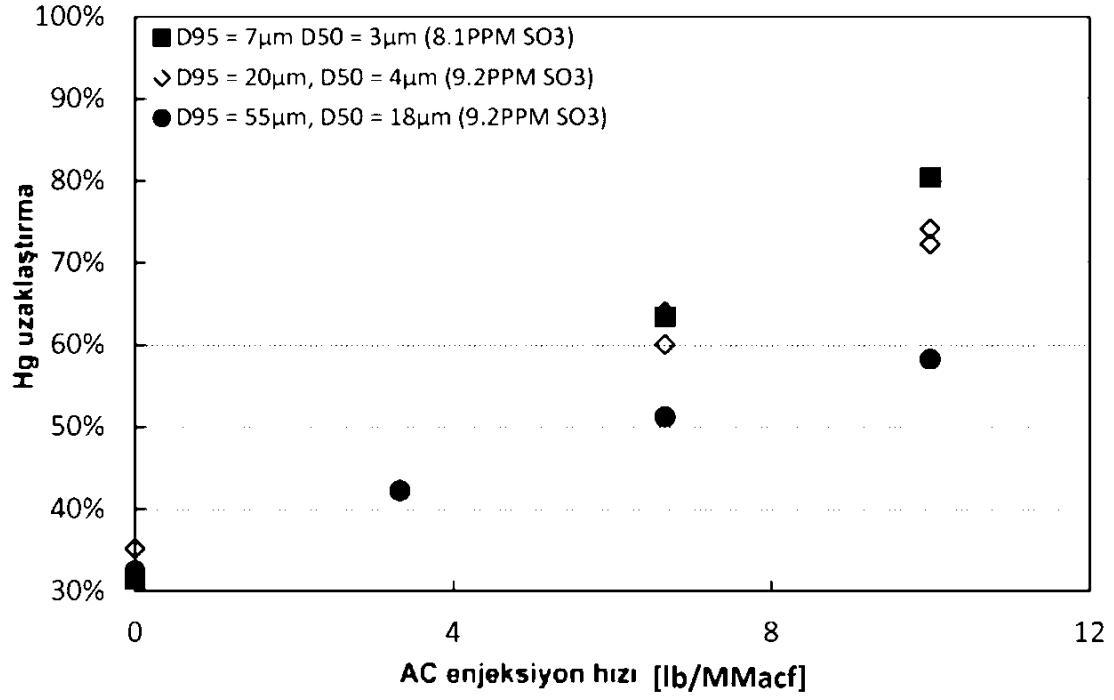


ŞEKİL 4A

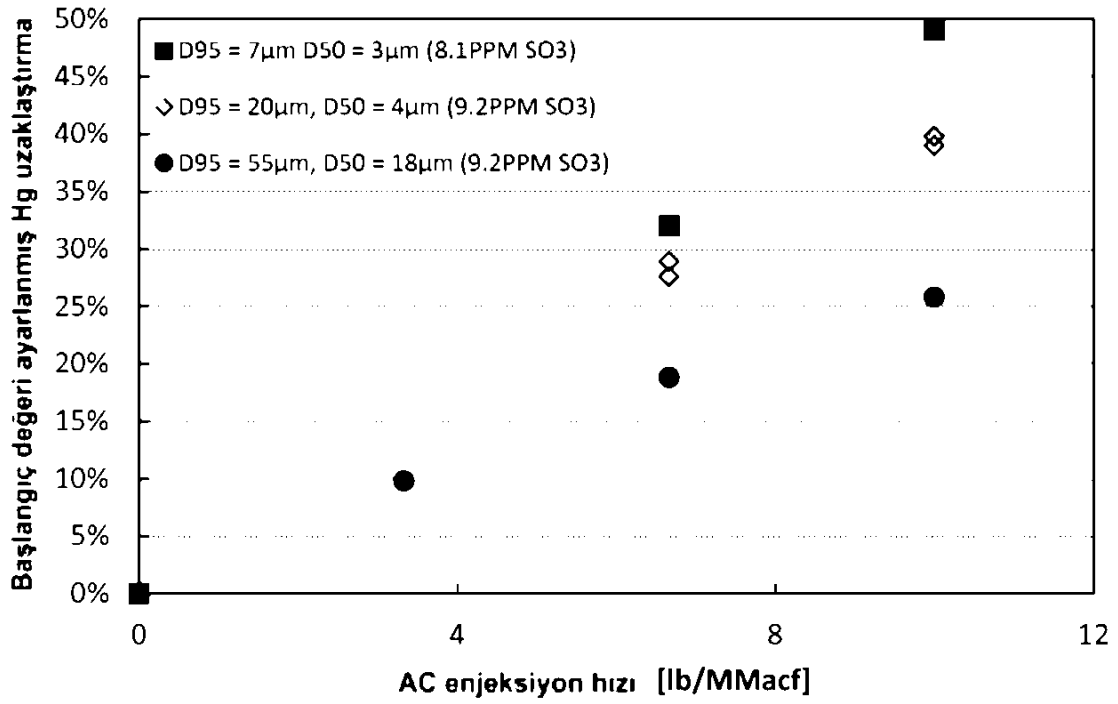


ŞEKİL 4B

EP 3 096 866 B1

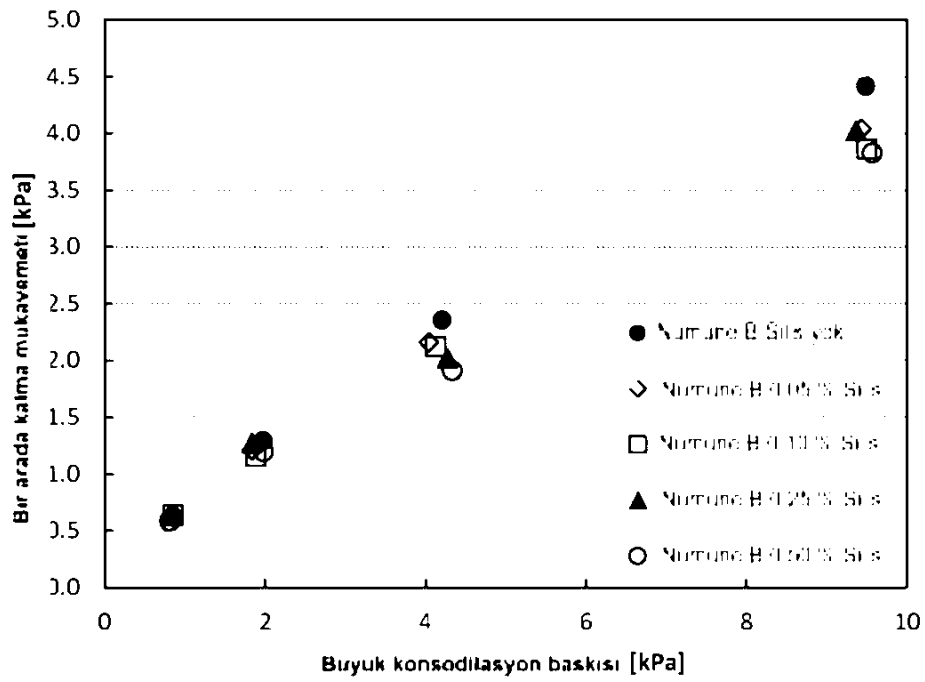


ŞEKİL 5A



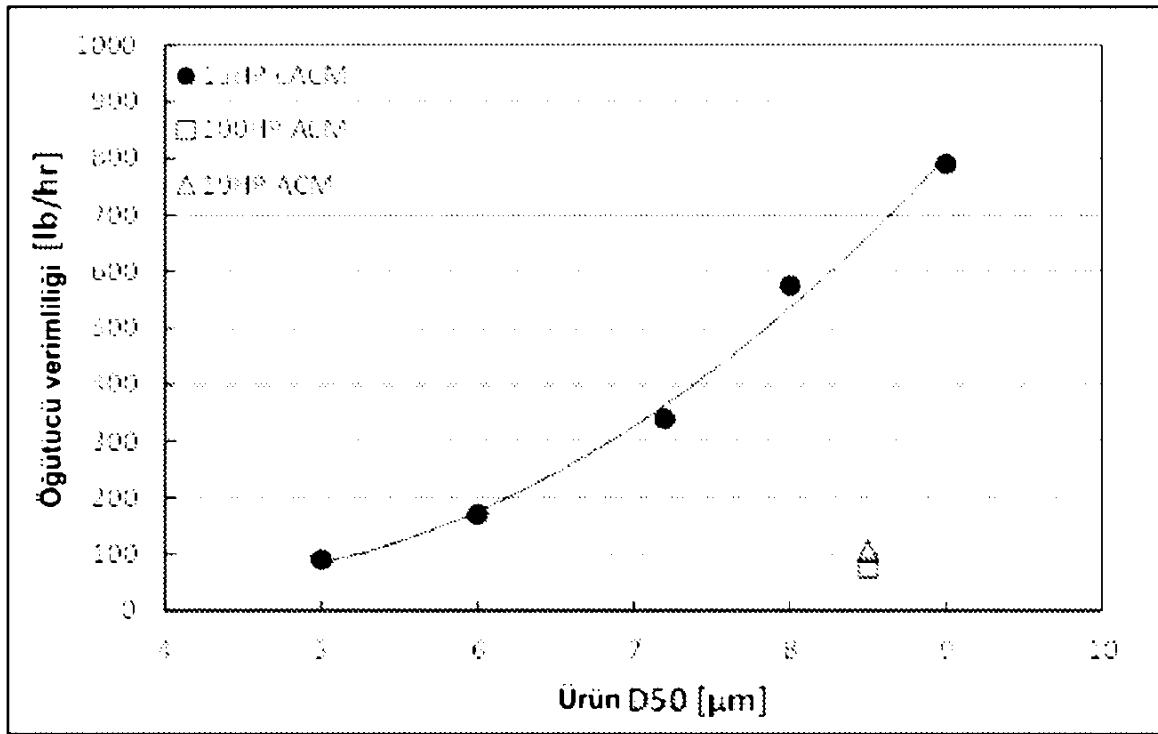
ŞEKİL 5B

EP 3 096 866 B1



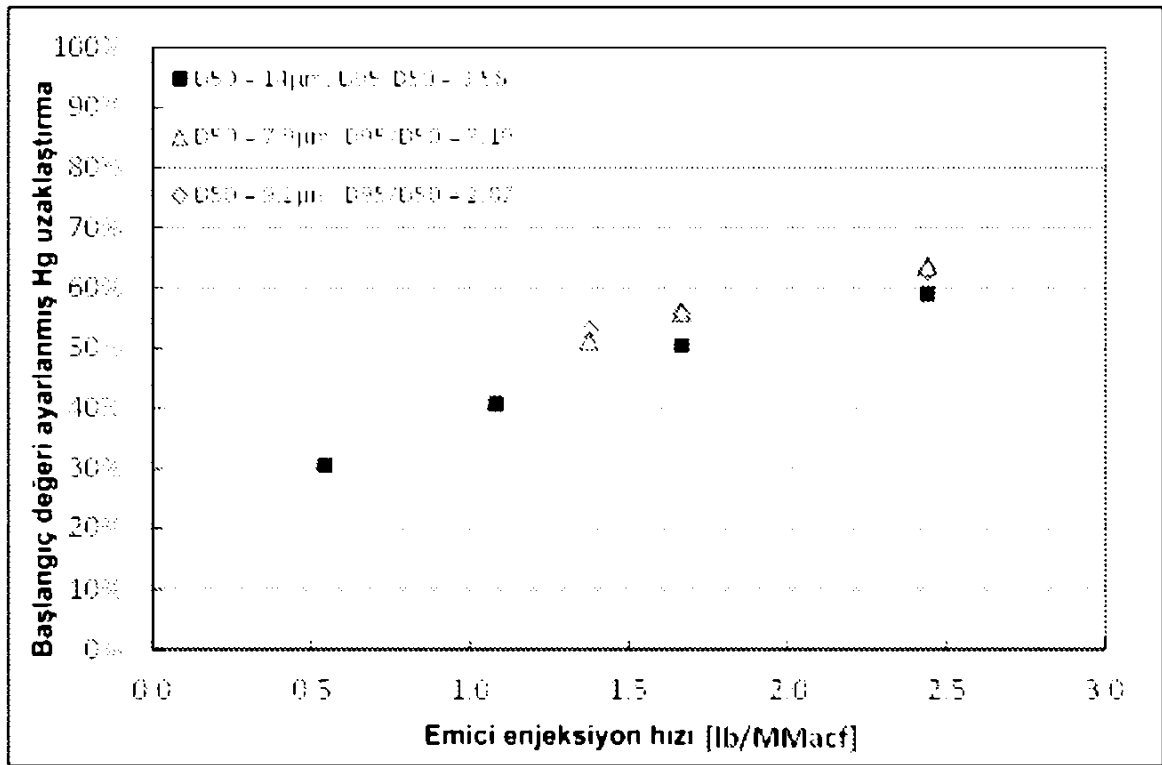
ŞEKİL 6

EP 3 096 866 B1



ŞEKİL 7

EP 3 096 866 B1



ŞEKİL 8