

K I V O N A T

AGGLOMERÁLT CSISZOLÓANYAGOT TARTALMAZÓ, PORÓZUS CSISZOLÓ-
SZERSZÁMOK ÉS ELJÁRÁS AZ AGGLOMERÁLT CSISZOLÓANYAGOK
ELŐÁLLÍTÁSÁRA

A találmány tárgya kötött csiszolószerszám. A találmányt az jellemzi, hogy a csiszolószerszám szerkezete szinterelt agglomerátumokat tartalmaz, amelyek számos csiszolószemcsét és kötőanyagot tartalmaznak; a kötőanyag olvadáspontja $500-1400\text{ }^{\circ}\text{C}$, a szinterelt agglomerátumok laza illeszkedési sűrűségűek, amely $\leq 1,6\text{ g/cm}^3$, és háromdimenziós alakjuk van. A csiszolószerszám tartalmaz továbbá egy kötést és körülbelül 35-80 térf% összes porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz.

A találmány tárgyát képezik továbbá eljárások szinterelt agglomerátumok előállítására és a szinterelt agglomerátumokat tartalmazó csiszolószerszámok előállítására.

íll. ábra: 1. ábra
Jfz



P0500181

**AGGLOMERÁLT CSISZOLÓANYAGOT TARTALMAZÓ, PORÓZUS CSISZOLÓ-
SZERSZÁMOK ÉS ELJÁRÁS AZ AGGLOMERÁLT CSISZOLÓANYAGOK
ELŐÁLLÍTÁSÁRA**

A találmány tárgyát kötött csiszolószerszámok képezik, amelyek bizonyos agglomerált csiszolószemcsék alkalmazásától porózusak, valamint eljárások az agglomerált csiszolószemcsék előállítására.

Az előállított csiszolószerszámok különböző osztályozását vagy szerkezetét a csiszolószemcse, a kötés és a kompozit csiszolószemcse-mátrixban levő porozitás relatív térf%-a határozza meg. Számos csiszolási műveletben a csiszolószerszám porozitása, különösen az áteresztő, összekötött pórusokat tartalmazó szerszám porozitása javítja a csiszolás hatásosságát és a csiszolt munkadarab minőségét. Porozitáskeltő anyagok, például alumínium-oxid buborékok és naftalin adhatók a csiszolóanyag-kompozit keverékekhez a sajtolás és a porózus, nyers csiszolószerszám kezelése érdekében, valamint a kész szerszám megfelelő térf%-os porozitásának kialakítása céljából.

A természetes porozitás, amely a csiszolószemcsék és a kötőanyag-részecskék sajtolás alatti illeszkedéséből adódik, nem elegendő az egyes csiszolási műveletekben kívánatos porozitási jelleg eléréséhez. A nagy porozitás-százalék érdekében póruskeltő anyagokat alkalmaznak, a technika állása szerint ismert póruskeltő anyagokkal (pl. üreges kerámia- vagy üveggömbök) azonban nem állíthatók elő nyitott csatornák és egymással összekötött pórusok. Egyes póruskeltő anyagokat ki

kell égetni a csiszolóanyag-mátrixból (pl. a dióhéjat és a naftalint), ami különböző gyártási nehézségekhez vezet. Továbbá, a póruskeltő anyagok, kötőanyagok és csiszolószemcsék sűrűsége jelentősen változik, aminek következtében a kezelés és a sajtolás közben a csiszolóanyag-keverék rétegessé válik, emiatt a kész csiszolószerszám háromdimenziós szerkezete elveszti homogenitását.

Az összekötött porozitás térf%-a vagy a fluidumáteresztés a tapasztalatok szerint fontosabb tényező a csiszolószerszámok csiszolási teljesítményének kialakításában, mint a puszta porozitás térf%. Az 5 738 696 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás eljárást ismertet olyan kötött csiszolószerszámok előállítására, amelyek hosszúkás csiszolószemcséket tartalmaznak, ahol a szemcsék hossz- és keresztirányú méretének aránya legalább 5:1. A kötött csiszolókorongok áteresztő szerkezete 55-80 térf% összekötött porozitást tartalmaz. Az összekötött porozitás elősegíti a csiszolóanyag eltávolítását és a hűtőfolyadék átáramlását a csiszolás alatt. Az összekötött porozitás meglétét alátámasztja, ha szabályozott körülmények között méri a levegő áthaladásával szemben a korong áteresztőképességét. A szálas csiszolószemcsék nem agglomerálódnak vagy nem vonódnak be kötőanyaggal a korong összeállítása előtt. Az 5 738 697 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan, nagy áteresztőképességű csiszolókorongokat ismertet, amelyek jelentős mennyiségű összekötött porozitást tartalmaznak (40-80 térf%). Ezek a korongok szálas részecskék mátrixát tartalmazzák, amelyekben a

részecskék hossz- és keresztirányú méretének aránya legalább 5:1. A szálas részecskék lehetnek szinterelt szol-gél alumínium-oxid csiszolószemcsék vagy közönséges, nem szálas csiszolószemcsék, amelyeket különböző szálas töltőanyagokkal kevernek el, például kerámiaszállal, poliészterszállal és üvegszállal, valamint szálas részecskékből előállított gyékényekkel és agglomerátumokkal. A szálas csiszolószemcsék nincsenek agglomerálva vagy kötőanyaggal másképp bevonva a korong összeállítása előtt.

A csiszolószemcséket számos célra agglomerálják, ezek között is különösen fontos a kisebb részecskeméret (grit-méret) alkalmazásának elősegítése ugyanolyan csiszolási hatékonyság elérése érdekében, mint amit nagyobb szemcsemérettel érnek el. Számos esetben a csiszolószemcséket kötőanyagokkal agglomerálják, hogy kevésbé porózus szerkezetet és nagyobb sűrűségű csiszolószerszámot állítsanak elő, amelynek erősebben kötött csiszolószemcséi vannak. Az agglomerált csiszolószemcsék a tapasztalatok szerint olyan mechanizmusokkal javítják a csiszolás hatékonyságát, amelyek egyáltalán nincsenek kapcsolatban a csiszolószerszámban levő porozitás mennyiségével vagy tulajdonságaival.

A 2 194 472 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás bevonatos csiszolószerszámokat ismertet, amelyeket sok, viszonylag finom csiszolószemcse agglomerátumából és a bevonatos vagy kötött csiszolószerszámokban általában használt kötések bármelyikéből állítanak elő. Az agglomerátumok nyitott bevonatos felületet kölcsönöznek a viszonylag finom szemcsékből

előállított bevonatos csiszolószerszámoknak. Azokat a bevonatos csiszolószerszámokat, amelyekben az egyes csiszolószemcséket agglomerátumok helyettesítik, az jellemzi, hogy viszonylag gyorsan marnak, hosszú élettartamúak és alkalmasak a munkadarab finom felületi kiképzésének előállítására.

A 2 216 728 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan csiszolószemcse/kötés aggregátumokat ismertet, amelyek tetszőleges kötést tartalmaznak. Az aggregátumoknak az a célja, hogy nagyobb sűrűségű korongszerkezetet érjenek el, hogy megtartsák a gyémánt- vagy CBN-szemcséket a csiszolási művelet során. Ha az aggregátumokat porózus szerkezettel állítják elő, akkor lehetővé teszik, hogy az aggregátumok közötti kötőanyagok befolyjanak az aggregátumok pórusaiba, és a kiégetés során teljesen sűrített szerkezetet állítsanak elő. Ezek az aggregátumok lehetővé teszik az olyan finom csiszolószemcsék alkalmazását, amelyek különben kárba vesznek a gyártás során.

A 3 048 482 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás az agglomerált csiszolószemcsék és a szerves kötőanyagok olyan formázott csiszoló mikroszegmenseit ismerteti, amelyek piramis vagy más, elkeskenyedő szerkezetűek. A formázott csiszoló mikroszegmensek a szálalátéthez tapadnak, és bevonatos csiszolóanyagok előállítására, valamint a vékony csiszolókorongok felületének bevonására használhatók. A találmányt az jellemzi, hogy megnő az vágási élettartam, a szerszám rugalmassága szabályozottá válik, nő a szilárdsága és a biztonságos sebessége, a szerszámok rugalmasabbak és hatékonyabbak, mint az agglomerált csiszolószemcsék mikroszegmensei

nélkül előállított szerszámok.

A 3 982 359 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan gyantakötés és csiszolószemcse-aggregátumok előállítását ismerteti, amelyek keményebbek, mint az a gyantakötés, amellyel a csiszolószerszámban levő aggregátumokat kötik meg. Az aggregátumokat tartalmazó, gumikötésű korongokkal gyorsabb csiszolást és hosszabb élettartamot értek el.

A 4 355 489 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan csiszolószerszámokat (korong, szíj, lap, hasáb stb.) ismertet, amelyek hullámos szálak mátrixát tartalmazzák, ezeket a szálakat az érintkezési pontokon összekötik, valamint csiszolószemcséket tartalmaznak, és az üregek térfogata kb. 70-97 térf%. Az agglomerátumokat elüvegesített vagy gyantakötéssel és bármilyen csiszolószemcsével elő lehet állítani.

A 4 364 746 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan csiszolószerszámokat ismertet, amelyek különböző csiszolóanyag-agglomerátumokat tartalmaznak, és ezek különböző szilárdságúak. Az agglomerátumokat csiszolószemcséből és gyanta kötőanyagból állítják elő, és más anyagokat is tartalmazhatnak, például aprított szálakat, hogy fokozzák a szilárdságot vagy a keménységet.

A 4 393 021 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás eljárást ismertet csiszolóanyag-agglomerátum előállítására csiszolószemcséből és gyanta kötőanyagból szitaháló alkalmazásával, amelyet az jellemez, hogy a hálón szemcséből és kötőanyagból álló pasztát hengerelnek, hogy kukacszerű extrudált anyagot állítsanak elő. Az extrudált anyagot melegítéssel

keményítik és megtörve agglomerátumokat állítanak elő.

A 4 799 939 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan erodálható csiszolószemcse-agglomerátumokat ismertet, amelyek üreges testeket és szerves kötőanyagot tartalmaznak, és ezeket az agglomerátumokat bevonatos és kötött csiszolóanyagokban alkalmazzák. A leírás szerint az agglomerátumokat tartalmazó csiszolószerszámok több anyagot távolítanak el, nagyobb az élettartamuk és nedves csiszolási körülmények között alkalmazhatók. Az agglomerátumok legnagyobb mérete előnyösen 150-3000 mikron. Az agglomerátumok előállításához az üreges testeket, a szemcséket, a kötőanyagot és a vizet zagygyá keverik, a zagyot hevítéssel vagy besugárzással megszilárdítják, hogy a vizet eltávolítsák, és a szilárd keveréket pofástörőben vagy hengermalomban megtörik, majd megszitálják.

Az 5 129 189 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan csiszolószerszámokat ismertet, amelyeknek kötőanyagmátrixa van és ez csiszolószemcse, gyanta és kötőanyag, például kriolit konglomerátumait tartalmazza.

Az 5 651 729 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás olyan csiszolókorongot ismertet, amelynek magja és csiszolópereme van, amely gyantakötést és gyémánt vagy CBN csiszolószemcse fém- vagy kerámiakötéssel készült, zúzott agglomerátumait tartalmazza. A leírás szerint az agglomerátumokkal előállított korongok előnye például a nagy forgácstér, a nagy kopásállóság, az önélező jelleg, a nagy mechanikai ellenállás mellett az, hogy a csiszolóperem közvetlenül köthető a korong magjához. Egy megvalósításban a használt gyémánt- vagy CBN-

kötésű csiszolóperemeket 0,2-3 mm méretűre őrlik, hogy agglomerátumokat állítsanak elő.

A 4 311 489 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás finom (≤ 200 mikron) csiszolószemcsék és kriolit agglomerátumait ismerteti, amelyek adott esetben szilikát kötőanyagot tartalmaznak, valamint ismerteti alkalmazásukat bevonatos csiszolószerszámok előállítására.

A 4 541 842 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás bevonatos csiszolóanyagokat és csiszolókorongokat ismertet, amelyeket csiszolószemcsék és hab aggregátumaiból állítanak elő, és a habot üvegesített kötőanyagok és más nyersanyagok keverékéből állítják elő, ilyen például a korom vagy a karbonátok, amelyek alkalmasak az aggregátumok égetésekor a habképzésre. Az aggregátum-„pelletek” nagyobb térf%-ban tartalmaznak kötést, mint szemcsét. A csiszolókorongok előállításához használt pelleteket 900°C -on szinterelik ($1,134 \text{ g/cm}^3$ sűrűségre) és a korong előállításához használt elüvegesített kötést 880°C -on égetik ki. A 16 térf% pellettel előállított korongok csiszolási hatékonysága hasonló a 46 térf% csiszolószemcsével előállított, összehasonlító korongokéhoz. A pelletek nyitott csatornákat tartalmaznak az elüvegesített kötésmátrixban, ahol a viszonylag kisebb csiszolószemcsék a nyitott cellák kerületén gyülekeznek. Az elő-agglomerált nyers aggregátumok égetéséhez forgó kemencét használnak, majd az aggregátumokat habosítják és szinterelik a pelletek előállításához.

Az 5 975 988 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi

leírás bevonatos csiszolóanyagokat ismertet, többek között egy alátétet és egy szerves kötésű csiszolóréteget, ahol csiszolóanyag van jelen formázott agglomerátumok formájában, amelyek négyoldalú, csonka piramisok vagy kockák. Az agglomerátumok szervetlen kötőanyagba kötött szupercsiszoló szemcsékből vannak előállítva, ahol a kötőanyag hőtágulási együtthatója ugyanolyan vagy lényegében ugyanolyan, mint a csiszolószemcsék hőtágulási együtthatója.

A WO 00/51 788 számú szabadalmi leírás csiszolóanyagokat ismertet, amelyek alátétet, kemény, szervetlen részecskéket elosztatva tartalmazó szerves kötést, és az alátéthez kötött csiszolórészecske-agglomerátumokat tartalmaznak. A csiszoló-részecskék az agglomerátumokban és a kemény szervetlen részecskék a szerves kötésben lényegében azonos méretűek. Az agglomerátumok alakja lehet véletlenszerű vagy pontosan megformázott, és az agglomerátumok szerves kötést tartalmaznak. A kemény szervetlen részecskék sokféle csiszolószemcse közül választhatók.

A 6 086 467 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás csiszolókorongokat ismertet, amelyek csiszolószemcséket és olyan töltőanyagyszemcsék szemcse-klasztereit tartalmazzák, ahol a töltőanyagyszemcsék mérete kisebb a csiszolószemcsékénél. A koronghoz elüvegesített kötőanyag használható, és a töltőanyagyszemcse króm-oxid lehet. A szemcseklaszterek mérete a csiszolószemcsék méretének $1/3$ -a vagy nagyobb. Az előnyök közé tartozik a szabályozott kötés-erózió és a csiszolószemcsék megtartása a kis csiszolási erőt igénylő alkalmazásokban, ahol

szupercsiszoló szemcséket alkalmaznak, és a szupercsiszoló szemcséket hígítani kell a csiszolóerő csökkentése érdekében. A töltőanyag-szemcsék szemcseklasztereit viasszal lehet előállítani. A klaszterek szinterelését nem említi a leírás.

A WO 01/04 227 A2 szabadalmi leírás olyan csiszolóanyagot ismertet, amely merev alátétet és porózus kerámiamátrixban levő csiszolószemcsékből előállított kerámia csiszolókompozitokat tartalmaz. A kompozitokat fémbevonat tartja az alátétben, például galvanizált fém.

Az itt felsorolt, technika állása szerinti megoldások egyike sem javasolja olyan csiszolószerszámok előállítását, amelyekhez porózus agglomerált csiszolószemcséket és kötőanyag-részecskéket használnak, hogy szabályozzák a porozitás százalékát és jellegét és hogy a porozitást áteresztő, összekötött porozitásként tartsák fenn a kötött csiszolószer-számokban. Nem javasolják a forgó kemencés eljárást a különböző csiszolószemcse-agglomerátumok előállítására a csiszolószer-számokhoz. A találmány szerinti eljárások és eszközök új szerkezeteket eredményeznek a meglevő csiszolószemcsék és kötőanyag-kombinációk agglomerált keverékeiből, és különleges módon teszik lehetővé az előnyös, bimodális, összekötött porozitási jellemzőkkel rendelkező csiszolószer-szám-szerkezetek széles skálájának szabályozott tervezését és előállítását. Ez a bimodális, összekötött porozitás javítja a csiszolószer-szám teljesítményét, különösen a nagy érintkezési felületű, precíziós csiszolási műveletekben, amilyen például a lassú előtolású („creepfeed”) felületi csiszolás, a belső átmérő csiszolás és a

szerszámkészítéskor alkalmazott csiszolási eljárások.

A találmány tárgya kötött csiszolószerszám, amelynek szerkezete átereszti az áramló fluidumot és a szerszám tartalmaz

a) körülbelül 5-75 térf% szinterelt agglomerátumot, amely kötőanyaggal összetartott számos csiszolószemcsét tartalmaz, a kötőanyag olvadáspontja 500-1400 °C, és a szinterelt agglomerátumok háromdimenziós alakúak és a szerszám előállítása előtt kezdeti méreteloszlással rendelkeznek;

b) egy kötést; és

c) körülbelül 35-80 térf% összes porozitást, a porozitás tartalmaz legalább 30 térf% összekötött porozitást;

ahol a kötött csiszolószerszámban a szinterelt agglomerátumok legalább 50 tömeg%-a háromdimenziós formában megtartott csiszolószemcsék sokaságát tartalmazza a szerszám előállítása után.

Egy másik megvalósításban a találmány tárgya elüvegesített kötést tartalmazó csiszolószerszám, amelynek szerkezete átereszti az áramló fluidumot és a szerszám tartalmaz

a) körülbelül 5-75 térf% szinterelt agglomerátumot, amely számos csiszolószemcsét tartalmaz kötőanyaggal, a kötőanyag A viszkozitású a kötőanyag olvadáspontján;

b) egy elüvegesített kötést, amely B viszkozitású a kötőanyag olvadáspontján, és a B viszkozitás legalább 33%-kal kisebb az A viszkozitásnál; és

c) körülbelül 35-80 térf% porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz.

Egy másik megvalósításban a találmány tárgya elüvegesített

kötést tartalmazó csiszolószerszám, amelynek szerkezete átereszti az áramló fluidumot és a szerszám tartalmaz

a) körülbelül 5-60 térf% szinterelt agglomerátumot, amely számos csiszolószemcsét tartalmaz kötőanyaggal, a kötőanyag olvadáspontja A;

b) egy elüvegesített kötést, amelynek olvadáspontja B, és a B olvadáspont legalább 150 °C-kal alacsonyabb, mint az A olvadáspont; és

c) körülbelül 35-80 térf% porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz.

Egy másik megvalósításban a találmány tárgya kötött csiszolószerszám, amelynek szerkezete átereszti az áramló fluidumot és a szerszám tartalmaz

a) körülbelül 34-56 térf% csiszolószemcsét;

b) 3-25 térf% kötést; és

c) körülbelül 35-80 térf% porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz,

ahol az összekötött porozitás porozitáskeltő közeg nélkül és olyan hosszúkas anyagok hozzáadása nélkül van előállítva, amelyek hossz- és keresztirányú méretének aránya legalább 5:1.

A találmány tárgyat továbbá eljárások képezik a találmány szerinti agglomerátumok és szerszámok előállítására.

A találmány tárgya eljárás csiszolószemcsék agglomerálására, azzal jellemezve, hogy:

a) a szemcséket és a kötőanyagot, amely lehet főként elüvegesített kötőanyag, elüvegesített anyag, kerámiaanyag, szervetlen kötés, szerves kötés, víz, oldószer vagy ezek

kombinációja, forgó kalcinálókemencébe tápláljuk szabályozott betáplálási sebesség mellett;

b) a kemencét szabályozott sebességgel forgatjuk;

c) a keveréket a betáplálási sebesség és a kemence sebessége által meghatározott fűtési sebességgel felfűtjük körülbelül 145-1300 °C-ra

d) a szemcséket és a kötőanyagot addig forgatjuk a kemencében, amíg a kötőanyag a szemcsékhez nem tapad, és a szemcsék összetapadva számos szinterelt agglomerátumot nem hoznak létre; és

e) a szinterelt agglomerátumokat eltávolítjuk a kemencéből, ahol a szinterelt agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakjuk van, laza illeszkedési sűrűségűek (LPD, loose packing density), amely $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$, és sok csiszolószemcsét tartalmaznak.

Egy másik megvalósításban a találmány tárgyát szinterelt csiszolószemcse-agglomerátumok lépezik, amelyek a következő eljárással vannak előállítva:

a) a csiszolószemcséket és a kötőanyagot forgó kalcinálókemencébe tápláljuk szabályozott betáplálási sebesség mellett;

b) a kemencét szabályozott sebességgel forgatjuk;

c) a keveréket a betáplálási sebesség és a kemence sebessége által meghatározott fűtési sebességgel felfűtjük körülbelül 145-1300 °C-ra

d) a szemcséket és a kötőanyagot addig forgatjuk a kemencében, amíg a kötőanyag a szemcsékhez nem tapad, és a szemcsék összetapadva számos szinterelt agglomerátumot nem

hoznak létre; és

e) a szinterelt agglomerátumokat eltávolítjuk a kemencéből, ahol a szinterelt agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakjuk van, laza illeszkedési sűrűségűek, amely $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$, és sok csiszolószemcsét tartalmaznak.

Ennek az eljárásnak az alkalmazásával 5-75 térf% csiszolószemcse-agglomerátumot tartalmazó csiszolószerszámot állítunk elő egy eljárással, amelyet az jellemez, hogy

a) csiszolószemcséket és kötőanyagot, amely lehet főként elüvegesített kötőanyag, elüvegesített anyag, kerámiaanyag, szervetlen kötés, szerves kötés vagy ezek kombinációja, forgó kalcinálókemencébe tápláljuk szabályozott betáplálási sebesség mellett;

b) a kemencét szabályozott sebességgel forgatjuk;

c) a keveréket a betáplálási sebesség és a kemence sebessége által meghatározott fűtési sebességgel felfűtjük körülbelül 145-1300 °C-ra

d) a keveréket addig forgatjuk a kemencében, amíg a kötőanyag a szemcsékhez nem tapad, és a számos szemcse összetapadva számos szinterelt agglomerátumot nem hoz létre; és

e) a szinterelt agglomerátumokat eltávolítjuk a kemencéből, a szinterelt agglomerátumok sok csiszolószemcsét tartalmaznak, amelyet kötőanyag köt össze, az agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakjuk van és laza illeszkedési sűrűségűek, amely $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$;

f) a szinterelt agglomerátumokból formázott kompozit testet préselünk és

g) a formázott kompozit testből hőkezeléssel csiszolószerszámot állítunk elő.

A találmány tárgyát képezik továbbá a találmány szerinti csiszolószerszámok alkalmazásával végzett csiszolási eljárások, különösen felületcsiszolási eljárások.

Az 1. ábra a találmány szerinti csiszolószemcse-agglomerátumok előállítására szolgáló eljárás kivitelezésére használható forgó kalcinálókemence vázlatos rajza.

A 2. ábra egy találmány szerinti csiszolókorong keresztmetszetének fotomikrográfja. A csiszolókorongot agglomerált szemcsékkel (a fényképen világosabb foltok) állítottuk elő, és rendelkezik agglomerátumokon belüli porozitással (kisebb, sötétebb foltok a fényképen) és agglomerátumok közötti, összekötött porozitással is (sötétebb foltok a fényképen).

A 3. ábra egy technika állása szerinti, összehasonlító csiszolókorong keresztmetszetének fotomikrográfja, amely azt mutatja, hogy nincsenek agglomerált szemcsék és nagy, összekötött porozitás a korong szerkezetében.

A találmány szerinti csiszolószemcse-aggregátumok háromdimenziós struktúrák vagy granulátumok, amelyek csiszolószemcsék és kötőanyag szinterelt, porózus kompozitjait tartalmazzák. Az agglomerátumok laza illeszkedési sűrűségűek (LPD), amely $\leq 1,6$ g/cm³; átlagos méretük kb. 2-20-szorosa az átlagos csiszolószemcse-méretnek, porozitásuk kb. 30-88 térf%. A csiszolószemcse-agglomerátumok minimális törési szilárdsága 0,2 MPa.

A csiszolószemcse lehet egy vagy több olyan csiszoló-

szemcse, amelyet a csiszolószerszámokban alkalmaznak, például alumínium-oxid szemcse, például ömlesztett alumínium-oxid, szinterelt és szol-gél szinterelt alumínium-oxid, szinterelt bauxit stb., szilícium-karbid, alumínium-oxid-cirkónium-oxid, alumínium-oxi-nitrid, cérium-oxid, bór-szuboxid, gránát, kovakő, gyémánt, beleértve a mesterséges és természetes gyémántot, köbös bór-nitrid (CBN) és ezek kombinációi. Bármilyen méretű és alakú csiszolószemcsét használhatunk. Például a szemcse lehet hosszúkás szol-gél alumínium-oxid szemcse, amelynek olyan típusú, nagy tengelyaránya van, amelyet az 5 129 919 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalom ismertet.

A találmány megvalósításakor alkalmazható szemcseméret a szokásos szemcseméret-tartománytól (pl. nagyobb mint 60 mikron és elérheti a 7000 mikront) a mikrocsiszoló szemcseméretig terjed (pl. 0,5-60 mikron), és ezeknek a méreteknak a keveréke is lehet. Egy adott csiszolási műveletben kívánatos lehet olyan csiszolószemcsék agglomerálása, amelyek szemcsemérete kisebb, mint a találmány szerinti csiszolási eljáráshoz rendszerint kiválasztott (nem agglomerált) csiszolószemcse-méret. Például az agglomerált 80-as grit-méretű csiszolóanyaggal a 54-es grit-méretűt helyettesíthetjük, az agglomerált 100-as grit-méretű csiszolóanyaggal a 60-as grit-méretűt helyettesíthetjük, és az agglomerált 120-as grit-méretű csiszolóanyaggal a 80-as grit-méretűt helyettesíthetjük.

Az előnyös szinterelt agglomerátum-méret a jellemző csiszolószemcsék esetén kb. 200-3000, előnyösebben 350-2000, a legelőnyösebben 425-1000 mikrométer átlagos átmérő. Mikro-

csiszolószemcsék esetében az előnyös szinterelt agglomerátum-méret 5-180, előnyösebben 20-150, a legelőnyösebben 70-120 mikrométer átlagos átmérő.

A csiszolószemcse az agglomerátum 10-65 térf%-a, előnyösebben 35-55 térf%-a, a legelőnyösebben 48-52 térf%-a.

Az agglomerátumokhoz használt kötőanyagok előnyösen kerámia és elüvegesített anyagok, előnyösen olyan anyag, amelyet az elüvegesített kötésű csiszolószerszámok kötésében alkalmaznak. Ezek az elüvegesített kötőanyagok lehetnek előégetett üvegek, amelyeket porrá őrölnek (frit), vagy különböző nyersanyagok, például agyag, földpát, mészkő, borax és nátrium-karbonát, vagy a frittelt anyag és a nyersanyagok keverékei. Ezek az anyagok kb. 500-1400 °C-on ömleszthetők, és ekkor folyékony üveges fázist alkotva nedvesítik a csiszolószemcsék felületét, majd lehűtve kötést képeznek és így a szemcséket a kompozitszerkezetben összetartják. Megfelelő kötőanyagok például az agglomerátumban a 2. táblázatban felsorolt anyagok. Az előnyös kötőanyagok viszkozitása 1180 °C-on kb. 34,5-5530 Pa·s, olvadáspontjuk kb. 800-1300 °C.

Egy előnyös megvalósításban a kötőanyag elüvegesített kötés, amely 71 tömeg% SiO_2 és B_2O_3 , 14 tömeg% Al_2O_3 , kevesebb mint 0,5 tömeg% alkáliföldfém-oxid és 13 tömeg% alkálifém-oxid égetett oxid-készítményét tartalmazza.

A kötőanyag lehet kerámiai anyag is, például, de nem korlátozó jelleggel, szilícium-dioxid, alkálifém-, alkáliföldfém-, kevert alkálifém- és alkáliföldfém-szilikát, alumínium-szilikát, cirkónium-szilikát, hidratált szilikátok, alumi-

nátok, oxidok, nitridek, oxi-nitridek, karbidok, oxi-karbidok és ezek kombinációi és származékai. Általában a kerámiai anyagok abban különböznek az üveges és elüvegesített anyagoktól, hogy a kerámiai anyagok kristályos szerkezeteket tartalmaznak. Valamennyi üveges fázis jelen lehet a kristályos struktúrák mellett, különösen a kerámiai anyagokban, amikor finomítatlan állapotban vannak. Nyers állapotú kerámiai anyagokat, például agyagot, cementet és ásványi anyagokat alkalmazhatunk. A jelen találmány megvalósításában alkalmazható kerámiai anyagok, nem korlátozó jelleggel, a következők: szilícium-dioxid, nátrium-szilikátok, mullit és más alumino-szilikátok, cirkónium-oxid-mullit, magnézium-aluminát, magnézium-szilikát, cirkónium-szilikátok, földpát és más alkáli-alumínium-szilikátok, spinellek, kalcium-aluminát, magnézium-aluminát és más alkáli-aluminátok, cirkónium-oxid, ittrium-oxiddal, magnézium-oxiddal, kalcium-oxiddal, cérium-oxiddal, titán-dioxiddal vagy más ritkaföldfém-adalékkal stabilizált cirkónium-oxid, talkum, vas-oxid, alumínium-oxid, böhmit, bór-oxid, cérium-oxid, alumínium-oxi-nitrid, bór-nitrid, szilícium-nitrid, grafit és ezeknek a kerámiai anyagoknak a kombinációi.

A kötőanyagot por formában használjuk és a folyékony hordozóhoz adhatjuk, hogy egyenletes, homogén keveréket állítsunk elő a kötőanyagból a csiszolószemcsékkel az agglomerátumok előállítására során.

Sajtolási vagy feldolgozási segédanyagként szerves kötések diszperzióját adjuk előnyösen a por alakú kötőanyag-komponensekhez. Ezek a kötések tartalmazhatnak dextrineket,

keményítőt, állati fehérjeragasztót, más ragasztótípusokat; folyékony komponenst, például vizet, oldószert, viszkozitás- vagy pH-módosítót; valamint keverési segédanyagokat. A szerves kötések javítják az agglomerátum egyenletességét, különösen a kötőanyag-diszperzió egyenletességét a szemcsén, és az égetés előtti vagy nyers agglomerátumok minőségét, valamint az agglomerátumokat tartalmazó, hőkezelt csiszolószerszám minőségét. Mivel az agglomerátumok égetése alatt a kötések kiégnek, nem lesznek a kész agglomerátum és a kész csiszolószerszám részei.

Szervetlen tapadás-elősegítő anyagot adhatunk a keverékhez, hogy szükség szerint javítsuk a kötőanyagok tapadását a csiszolószemcsékhez és ezzel javítsuk a keverék minőségét. A szervetlen tapadás-elősegítő anyagot szerves kötéssel vagy anélkül használhatjuk az agglomerátumok elkészítéséhez.

Bár a magas hőmérsékleten ömleszthető kötőanyagok előnyösek a találmány szerinti agglomerátumokhoz, a kötőanyag tartalmazhat más szervetlen kötőanyagokat, szerves kötőanyagokat, fém kötőanyagokat is és tartalmazhatja ezek kombinációját. Azok a kötőanyagok előnyösek, amelyeket a csiszolószerszámok gyártásakor szerves kötésű csiszolóanyagok, bevonatos csiszolóanyagok, fémkötésű csiszolóanyagok stb. előállításához használnak kötésként.

A kötőanyag az agglomerátum kb. 0,5-15 térf%-a, előnyösebben 1-10 térf%-a, a legelőnyösebben 2-8 térf%-a.

Az agglomerátumban a porozitás előnyös térf%-a az a technikailag lehetséges legmagasabb érték, amit az agglomerátum

mechanikai szilárdsága megenged a csiszolószerszám-gyártás és a szerszámmal való csiszolás mellett. A porozitás 30-88 térf%, előnyösen 40-80 térf%, a legelőnyösebben 50-75 térf% lehet. A porozitás egy része (például legfeljebb kb. 75 térf%) az agglomerátumban előnyösen összekötött porozitás, vagy olyan porozitás, amely átjárható a fluidumok számára, amilyenek például a folyadékok (például a csiszolási hűtőanyag és a csiszolóanyag) és a levegő.

Az agglomerátumok sűrűségét számos módon megadhatjuk. Az agglomerátumok tömörsűrűsége a LPD-vel (laza illeszkedési sűrűség) fejezhető ki. Az agglomerátumok relatív sűrűségét a kezdeti relatív sűrűség százalékaként vagy az agglomerátumok és az agglomerátum előállításához használt komponensek relatív sűrűségének arányaként is kifejezhetjük, ami figyelembe veszi az agglomerátumokban levő, összekötött porozitás térfogatát.

A kezdeti átlagos relatív sűrűséget, amelyet százalékban fejezünk ki, meghatározhatjuk úgy, hogy az LPD-t (ρ) osztjuk az agglomerátumok elméleti sűrűségével (ρ_0), nulla porozitást feltételezve. Az elméleti sűrűséget kiszámíthatjuk a keverékek volumetriai szabálya szerint az agglomerátumokban levő kötőanyag és csiszolószemcse tömeg%-ából és fajsúlyából. A találmány szerinti szinterelt agglomerátumokra a maximális százalékos relatív sűrűség 50 térf%, előnyösebben 30 térf%.

A relatív sűrűséget a folyadékkiszorítási eljárással mérhetjük úgy, hogy az összekötött porozitást figyelembe vesszük, a zárt cellás porozitást nem. A relatív sűrűség a szinterelt agglomerátum folyadékkiszorítással mért térfogatának

és a szinterelt agglomerátum előállításához használt anyagok térfogatának aránya. Az agglomerátum előállításához használt anyagok térfogata a látszólagos térfogat mértéke, amely az agglomerátumok előállításához használt csiszolószemcsék és kötőanyag mennyiségén és illeszkedési sűrűségén alapszik. A találmány szerinti szinterelt agglomerátumok esetén a szinterelt agglomerátumok maximális relatív sűrűsége előnyösen 0,7, előnyösebben 0,5.

Az agglomerátumokat számos eljárással alakíthatjuk különféle méretekre és formákra. Ezeket az eljárásokat a szemcse és kötőanyag keverék kezdeti, nyers állapotának égetése előtt, alatt és után is elvégezhetjük. Azt a lépést, amelynek során a keveréket felhevítjük, hogy a kötőanyag megolvasszuk és megfolyassuk, és ennek eredményeként a szemcsékhez ragasszuk és a szemcséket agglomerált formában rögzítsük, égetésnek, kalcinálásnak vagy szinterelésnek nevezzük. A szakmában ismert bármely, a részecske-keverékek agglomerálására szolgáló eljárást alkalmazhatjuk a csiszolószemcse-agglomerátumok előállítására.

Az agglomerátumok előállítására szolgáló eljárás első megvalósításában a szemcsék és a kötőanyag kezdeti keverékét agglomeráljuk, mielőtt a keveréket kiégetnénk, hogy viszonylag gyenge mechanikai szerkezetet hozzunk létre, amelyet nyers agglomerátumnak vagy égetés előtti agglomerátumnak nevezünk.

Az első megvalósítás kivitelezéséhez a csiszolószemcséket és a kötőanyagokat nyers állapotban számos, különböző eljárással agglomerálhatjuk, például tál pelletezőben, majd a szintereléshez a forgó kalcinálókemencébe tápláljuk az anyagot. A

nyers agglomerátumokat tálcára vagy állványra is helyezhetjük és kemencében égethetjük, forgatás nélkül, szakaszos vagy folyamatos eljárásban.

A csiszolószemcséket fluid ágyba is vezethetjük, majd olyan folyadékkal nedvesítjük, amely kötőanyagot tartalmaz, hogy a kötőanyagot a szemcséhez ragasszuk, az anyagot agglomerált méretre szitáljuk, majd kemencében vagy kalcinálókemencében kiégetjük.

Tálas pelletezést hajthatunk végre, ha a szemcséket egy keverőtálba adagoljuk, és a kötőanyagot tartalmazó folyadékkomponens (pl. víz vagy szerves kötőanyag és víz) ismert mennyiségét a szemcsékhez adjuk, majd a komponenseket keverés közben agglomeráljuk. A kötőanyag folyékony diszperzióját, adott esetben szerves kötőanyaggal, a szemcsékre permetezhetjük, majd a bevonatos szemcséket keverhetjük az agglomerátumképzés érdekében.

Kisnyomású extrudálóberendezést használhatunk a szemcse-pasztá és a kötőanyag méretre és formára való extrudálásához, majd ezeket megszárítva állíthatjuk elő az agglomerátumokat. A pasztát kötőanyagokból és szemcsékből állíthatjuk elő szerves kötőanyag oldattal, és hosszúkás részecskéket állíthatunk elő a 4 393 021 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírásban ismertetett berendezéssel és eljárással.

A száraz granulációs eljárásban lapot vagy hasábot állíthatunk elő a kötőanyag diszperzióba vagy pasztába ágyazott csiszolószemcsékből, ezt megszárítjuk, majd hengeres tömörítőt alkalmazhatunk a szemcse- és kötőanyag-kompozit megtörésére.

Egy másik eljárásban nyers vagy prekursor agglomerátumokat állítunk elő, a kötőanyag és a szemcsék keverékét sajtolóberendezésbe tápláljuk, és a keveréket pontos alakúra és méretűre sajtoljuk, például a 6 217 413 B1 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírásban ismertetett eljárással.

A találmány szerinti agglomerátumok előállítására alkalmazott eljárás másik megvalósításában a szemcsék és a kötőanyag keverékét (adott esetben szerves kötéssel) az 1. ábrán bemutatott típusú forgó kalcinálókemencébe vezetjük. A keveréket meghatározott fordulat/perc sebességgel forgatjuk, meghatározott dőlésszögben, hevítés mellett. Az agglomerátumok úgy keletkeznek, hogy a kötőanyag-keverék felmelegszik, megolvad, megfolyik és szemcsékre tapad. Az égetési és agglomerálási lépést egyszerre hajtjuk végre szabályozott betáplálási sebességek és térfogatok, valamint hő alkalmazása mellett. A betáplálási sebességet általában úgy állítjuk be, hogy az anyagáram nagyjából a cső (kemencerész) 8-12 térf%-át foglalja el a forgó kalcinálókemencében. A kemencében a maximális hőmérsékletet úgy választjuk ki, hogy a kötőanyagok viszkozitása a folyékony tartományba essen, és a viszkozitás legalább 100 Pa·s legyen. Ekkor nem folyik fölösleges kötőanyag a cső felületére, és nem folyik le a kötőanyag a csiszolószemcsék felületéről.

Az 1. ábrán bemutatott típusú forgó kalcinálókemencét alkalmazhatjuk az agglomerációs eljárás kivitelezésére, hogy az agglomerálást és égetést egyszerre hajtsuk végre. Amint az 1.

ábra mutatja, a kötőanyagok és a csiszolószemcsék 11 kiindulási keverékét tartalmazó 10 adagolótölcsér a 12 eszközbe vezeti, amely a keveréket a hevítésre szolgáló belül üres 13 csőbe adagolja. A 13 cső úgy van elhelyezve, hogy kb. 0,5-5,0 fokos 14 hajlásszöget vegyen fel, így a 11 kiindulási keverék gravitációs hatásra halad végig a 13 csövön. Ezzel egyidejűleg a belül üres 13 cső szabályozott forgássebességgel forog az „a” nyíllal jelzett irányban, hogy összekeverje a 11 kiindulási keveréket és a 18 felhevített keveréket, amint azok a 13 cső mentén végighaladnak.

A belül üres 13 cső egy részét fűtjük. Egy megvalósításban a fűtött rész három, 15, 16 és 17 fűtött zónát tartalmazhat, amelyek d1 hossza 152 mm-t foglal el a 13 cső 305 mm-es d2 hossza mentén. A fűtött zónák lehetővé teszik, hogy a berendezés kezelője szabályozza az eljárás hőmérsékletét és szükség szerint változtassa az agglomerátumok szinterelése érdekében. A berendezés más modelljeiben a cső esetleg egy vagy két fűtött zónát tartalmaz, vagy háromnál több fűtött zónát tartalmaz. Bár az 1. ábrán nem látható, a berendezéshez tartozik egy fűtőberendezés, egy mechanikai, elektronikus és hőmérséklet-szabályozó, valamint érzékelőeszközök a hevítéses eljárás kivitelezéséhez. Amint a belül üres 13 cső keresztmetszetén látható, a 11 kiindulási keveréket 18 felhevített keverékké alakítjuk át a csőben, ez a csövet elhagyja és 19 agglomerált granulátum formájában fogjuk fel. A cső falához tartozó d3 belső átmérő 14-76 mm, a d4 átmérő 15-91 mm a cső előállításához használt anyag típusától és a modelltől függően (az anyag lehet például tűzálló ötvözet,

tűzálló téгла, szilícium-karbid, mullit).

A cső dőlésszöge 0,5-5,0 fok, forgássebessége 0,5-10 fordulat/perc lehet. A kisméretű forgó kalcinálókemence betáplálási sebessége kb. 5-10 kg/óra lehet, az ipari méretű berendezése kb. 227-910 kg/óra. A forgó kalcinálókemencét 800-1400 °C szinterelési hőmérsékletre hevíthetjük, és a kiindulási keveréket legfeljebb 200 °C/perc sebességgel fűthetjük fel, amikor a keverék belép a fűtött zónába. A hűtés a cső utolsó zónájában megy végbe, amikor a keverék egy fűtött zónából egy fűtetlenbe lép. A terméket - például vizes hűtőrendszerrel - szobahőmérsékletre hűtjük, és összegyűjtjük.

Megfelelő forgó kalcinálókemencét kínál a Harper International, Buffalo, New York és az Alstrom Power, Inc., Applied Test Systems, Inc., illetve más gyártók. A berendezést adott esetben elektronikus folyamatszabályozó és detektor berendezésekkel, hűtőrendszerrel, különböző adagolóberendezésekkel és egyéb, adott esetben alkalmazható eszközökkel szerelhetjük fel.

Ha a csiszolószemcséket alacsonyabb hőmérsékleten (pl. kb. 450-500 °C-on) kiégetett kötőanyagokkal agglomeráljuk, ennek a forgó kalcinálókemencének egy másik változatát használhatjuk. A másik változat, a forgó szárító, úgy van felszerelve, hogy meleg levegőt ad a cső kivezetéséhez a csiszolószemcse-keverék felmelegítéséhez, a kötőanyag hőkezeléséhez, a szemcsékhez való kötéséhez és így a csiszolószemcsék agglomerálásához, amelyek ezután távoznak a berendezésből. A jelen leírásban a „forgó kalcinálókemence” kifejezés jelentése magában foglalja az ilyen

forgó szárítóberendezéseket.

A találmány szerinti agglomerátumok előállítására alkalmazott eljárás harmadik megvalósításában a szemcsék, a kötőanyag keverékét és egy szerves kötőanyag-rendszer keverékét előagglomerálás nélkül kemencébe vezetjük és felmelegítjük. A keveréket olyan hőmérsékletre melegítjük, amely elég magas ahhoz, hogy a kötőanyag megolvadjon, folyjon és a szemcsékre tapadjon, majd lehűtjük, hogy kompozitot állítsunk elő. A kompozitot megtörjük, és megszitáljuk, hogy szinterelt agglomerátumot állítsunk elő.

Egy negyedik megvalósításban az agglomerátumokat nem szintereljük a csiszolószerszám előállítása előtt, hanem a nyers agglomerátumokat a kötőanyaggal együtt szerszámtestté sajtoljuk, és ezt a testet égetjük ki csiszolószerszámmá. Egy előnyös megvalósításban (megolvasztva, hogy folyékonnyá váljon) nagy viszkozitású elüvegesített kötőanyagot használunk a szemcsék agglomerálására nyers állapotban. A nyers agglomerátumokat kemencében megszáritjuk, és összekeverjük egy második, előnyösen kisebb viszkozitású, elüvegesített kötés-készítménnyel és nyers csiszolószerszám formába sajtoljuk. A nyers szerszámot olyan hőmérsékleten égetjük ki, amelyen a nagy viszkozitású elüvegesített kötőanyag megömleszthető, de még nem folyik. Az égetési hőmérsékletet úgy választjuk ki, hogy elég magas legyen a kötőanyag-készítmény üveggé való megömlesztéséhez, tehát a szemcsék agglomerálásához, és ahhoz, hogy a kötés-készítmény megfolyjon, az agglomerátumokat megkösse, és szerszámot képezzen. Nem szükséges különböző viszkozitású anyagok és különböző

ömlesztési vagy olvadási pontú anyagok alkalmazása ebben az eljárásban. Más kötőanyag-kombinációk és ismert kötések is alkalmazhatók a csiszolószerszámok nyers agglomerátumokból való előállítására.

A találmány szerinti kötött csiszolószerszámok lehetnek csiszolókorongok, szegmenseket tartalmazó korongok, csiszolórudak, kövek és más monolit vagy szegmenseket tartalmazó, formázott csiszolókompozitok. A találmány szerinti csiszolószerszámok kb. 5-75 térf%, előnyösen 10-60 térf%, a legelőnyösebben 20-52 térf% csiszolószemcse-aggregátumot tartalmaznak.

Egy előnyös megvalósításban az elüvegesített kötésű csiszolószerszámok kb. 3-25 térf%, előnyösebben 4-20 térf%, a legelőnyösebben 5-19 térf% kötést tartalmaznak. A csiszolószemcse-agglomerátumok és a kötés mellett ezek a szerszámok kb. 35-80 térf% porozitást tartalmaznak, ez a porozitás legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz, előnyösen 55-80 térf% porozitást tartalmaznak, ez a porozitás legalább 50 térf% összekötött porozitást tartalmaz. Az elüvegesített csiszolószerszámok 35-52 térf% szinterelt agglomerátumot, 3-13 térf% elüvegesített kötést és 35-70 térf% porozitást tartalmazhatnak.

Az összekötött porozitás mennyiségét úgy mérhetjük, hogy mérjük a szerszám fluidum-áteresztését az 5 738 696 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás szerint. Itt Q/P a szerszám fluidum-áteresztése, ahol Q jelentése áramlási sebesség a levegőáram cm^3 -eiben kifejezve, P jelentése differenciális nyomás. A Q/P kifejezés annak a nyomáskülönbségnek az esetén érvényes, amely a csiszolószerszám-

szerkezet és a légkör között van egy fluidum (pl. levegő) adott áramlási sebessége mellett. A relatív áteresztőképesség, Q/P arányos a pórustérfogat és a pórusméret-négyzet szorzatával. A nagyobb pórusméret előnyösebb. A pórusgeometria és a csiszolószemcse-méret szintén befolyásolja a Q/P -t, a nagyobb szemcseméret nagyobb relatív áteresztőképességhez vezet.

A találmányban alkalmazható csiszolószerszámot az jellemzi, hogy nagyobb a fluidum-áteresztése, mint a technika állása szerinti, összehasonlító szerszámoké. A „technika állása szerinti, összehasonlító szerszám” kifejezés jelentése a jelen leírásban olyan szerszám, amely ugyanolyan csiszolószemcsét és kötőanyagot tartalmaz, ugyanannyi porozitás és kötés térf% mellett, mint a találmány szerinti csiszolószerszám. Általában a találmány szerinti csiszolószerszámok fluidumáteresztési értéke körülbelül 30-100%-kal magasabb, mint a technika állása szerinti, összehasonlító szerszámoké. A találmány szerinti csiszolószerszámok fluidumáteresztési értéke legalább 10%-kal, előnyösebben legalább 30%-kal magasabb, mint technika állása szerinti, összehasonlító szerszámoké.

Adott agglomerátum-méretek és -alakok, kötéstípusok és porozitási szintek esetén a pontos relatív fluidum-áteresztési értékeket a szakember úgy határozhatja meg, hogy a d'Arcy-törvényt alkalmazza egy adott csiszolószerszám-típus kísérleti adataira.

A csiszolókorongok porozitása azokból a nyitott terekből származik, amelyeket a szerszám komponensei, különösen a csiszolóanyag-agglomerátumok természetes illeszkedési sűrűsége

kínál, és adott esetben ehhez hozzájárulnak a hagyományos póruskeltő közegek. Alkalmas póruskeltő közegek például, de nem korlátozó jelleggel, az üreges üveggömbök, a műanyagok és a szerves vegyületek üreges gömbjei vagy gyöngyei, habosított üvegrészecskék, mullit vagy alumínium-oxid buborékok és ezek kombinációi. A szerszámokat előállíthatjuk nyitott cellás porozitáskeltőkkel, például naftalingyöngyökkel vagy más szerves szemcsékkel, amelyeket eltávolíthatunk a szerszám sajtolása után, és így üregeket hagynak a szerszám-mátrixban. A szerszámokat előállíthatjuk zárt cellás, üreges pórusokat keltő közegekkel is (például üreges üveggömbökkel). A találmány szerinti előnyös csiszolószerszámok vagy nem tartalmaznak hozzáadott póruskeltő közeget, vagy kis mennyiségű hozzáadott póruskeltő közeget tartalmaznak, ami olyan csiszolószerszámhoz vezet, melyben a porozitás legalább 30 térf%-a egymással összekötött porozitás.

A találmány szerinti kötött csiszolószerszámok porózus szerkezetűek. Ebben a szerkezetben a szinterelt agglomerátumok átlagos átmérője nem nagyobb, mint az összekötött porozitás átlagos mérete, ha az összekötött porozitást maximálisan nyitott állapotban mérjük.

A kész szerszámok adott esetben másodlagosan hozzáadott csiszolószemcséket, töltőanyagokat, csiszolási segédanyagokat és póruskeltő közeget, illetve ezeknek az anyagoknak a kombinációját tartalmazhatják. A csiszolószemcsék teljes térf%-a a szerszámokban (agglomerált és nem agglomerált szemcsékre vonatkoztatva) a szerszám kb. 34-56 térf%-a, előnyösebben kb.

36-54 térf%-a, a legelőnyösebben kb. 36-46 térf%-a lehet. A kötött csiszolószerszámok sűrűsége előnyösen kisebb, mint $2,2 \text{ g/cm}^3$.

Ha csiszolószemcsét használunk a csiszoló-agglomerátumokkal együtt, az agglomerátumok előnyösen a szerszám összes csiszolószemcséjének kb. 5-100 térf%-át, előnyösebben kb. 30-70 térf%-át tartalmazzák. Ha ilyen másodlagos csiszolószemcséket használunk, ezek előnyösen a szerszám összes csiszolószemcséjének kb. 0,1-95 térf%-át, előnyösebben kb. 30-70 térf%-át teszik ki. A megfelelő, másodlagos, nem agglomerált csiszolószemcsék anyaga lehet, de nem korlátozó jelleggel, többféle alumínium-oxid, szol-gél alumínium-oxid, szinterelt bauxit, szilícium-karbid, alumínium-oxid-cirkónium-oxid, alumínium-oxi-nitrid, cérium-oxid, bór-szuboxid, köbös bór-nitrid, gyémánt, kovakő- vagy gránátszemcse vagy ezek kombinációi.

A jelen találmány szerinti csiszolószerszámok előnyösen elüvegesített kötésűek. Bármely kötés alkalmazható a csiszolószerszámok előállítására használt kötések közül. Előnyös a fenolgyanta kötés. Megfelelő kötések találhatók például a következő amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírásokban, melyekre referenciaként hivatkozunk: 4 543 107, 4 898 597, 5 203 886, 5 401 284, 5 536 283, 5 095 665, 5 863 308 és 5 094 672.

Égetés után ezek az elüvegesített kötés-készítmények előnyösen, de nem korlátozó jelleggel, a következő oxidok kombinációit tartalmazzák: SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , Li_2O és B_2O_3 . Jelen lehetnek más oxidok is, például K_2O , ZnO és ZrO_2 , valamint alkáliföldfém-oxidok, például CaO , MgO és BaO . Kobalt-oxid (CoO)

és más színezőanyagok is jelen lehetnek, ha a színes kötés kívánatos. További oxidok, például Fe_2O_3 , TiO_2 és P_2O_5 , valamint más vegyületek is lehetnek a kötésben mint a nyersanyagok szennyezései. Fritteket is használhatunk a nyersanyagokon (vagy nem égetett) anyagokon kívül vagy a nyers kötések helyett. A kötés nyersanyaga lehet agyag, kaolin, alumínium-oxid, lítium-karbonát, borax-pentahidrát vagy bórsav, szóda, kova vagy wollastonit, és a szakmában ismert más kötőanyag. Az elüvegesített kötés lehet üveges anyag vagy kerámiaanyag amorf tartományokkal vagy azok nélkül.

Sajtolási vagy feldolgozási segédanyagként szerves kötések adunk előnyösen a por alakú kötés-komponensekhez, amelyek lehetnek fritteltek vagy nyerssek. Ezek a kötések tartalmazhatnak dextrineket, keményítőt, állati fehérjeragasztót és más ragasztótípusokat; folyékony komponenst, például vizet, viszkozitás- vagy pH-módosítót; valamint keverési segédanyagokat. A kötések javítják a korong egyenletességét, az égetési előtti vagy nyers korongok minőségét, valamint az égetett korongok szerkezeti minőségét. Mivel az égetés alatt a kötések kiégnek, nem lesznek a kész kötőanyag és a kész csiszolószerszám részei.

Szervetlen tapadás-elősegítő anyagot adhatunk a keverékhez, hogy szükség szerint javítsuk az üveges kötések tapadását a csiszolószemcsékhez a keverési és sajtolási eljárás során. A szervetlen tapadás-elősegítő anyagot szerves kötéssel vagy anélkül használhatjuk az agglomerátumok előállításához.

Egyes agglomerátumok esetén a csiszolószerszámot

előállíthatjuk hozzáadott kötőanyag nélkül, ha elég kötőanyag van jelen a szerszámban a szükséges mechanikai szilárdsági tulajdonságok fenntartásához a szerszám gyártása és csiszolási műveletekben való alkalmazása során. Például a csiszolószerszámot előállíthatjuk legalább 70 térf% agglomerátumból, amelynek kötőanyag-tartalma az agglomerátum legalább 5 térf%-a.

A csiszolószerszámok sűrűségét és keménységét meghatározza az agglomerátumok jellege, a kötés és a többi szerszámkomponens típusa, a porozitás-tartalom, valamint az öntőforma mérete és típusa és a sajtolási eljárás.

Csiszolókorongokat a szakmában ismert bármely eljárással sajtolhatunk és préselhetünk, beleértve a forró-, meleg- és hidegsajtolási eljárásokat. Vigyázni kell a nyers korongok formázásakor a sajtolási nyomásra, nehogy túlságosan sok csiszolószemcse-agglomerátumot törjünk össze (pl. több, mint az agglomerátumok 50 tömeg%-át), és megőrizzük az agglomerátumok háromdimenziós szerkezetét. A találmány szerinti korongok előállításához használt, megfelelő maximális nyomás függ a csiszolókorong formájától, méretétől, vastagságától, kötéskomponensétől és a sajtolási hőmérséklettől. A szokásos gyártási eljárásban a maximális nyomás kb. 21,8-140,6 MPa. A sajtolást és a préselést kb. 77,5-155 MPa, előnyösebben 46,5-108,5 MPa nyomás mellett végzik. A találmány szerinti agglomerátumok megfelelő mechanikai szilárdsággal rendelkeznek ahhoz, hogy elviseljék azokat a sajtolási és préselési lépéseket, amelyeket a szokásos gyártási eljárásokban alkalmaznak a csiszolószerszámok előállításakor.

A csiszolószerszámokat a szakemberek által ismert eljárásokkal égethetjük ki. Az égetési körülményeket elsősorban az adott kötés és csiszolóanyag határozza meg, illetve az a kötőanyag, amelyet a csiszolószemcse-agglomerátumokban használunk. A kötés kémiai összetételétől függően az elüvegesített kötést 600-1250 °C-on, előnyösen 850-1200 °C-on égethetjük, hogy kialakuljanak a fémek, kerámiák és más anyagok csiszolásához szükséges mechanikai tulajdonságok. Az elüvegesített kötésű testet az égetés után tovább impregnálhatjuk a szokásos módon csiszolási segédanyaggal, például kénnel, vagy vivőanyaggal, például epoxigyantával, hogy a csiszolási segédanyagot a korong pórusaiba szállítsuk.

A megfelelő elüvegesített kötés kiválasztása függ az alkalmazott agglomerálási eljárástól és attól, hogy különböznie kell-e a kötés és az agglomerátum kötőanyaga esetén az megömllesztési hőmérsékletnek, illetve olvadáspontnak, valamint a viszkozitásnak.

Ha az elüvegesített kötést tartalmazó csiszolókorongot vagy más csiszolószerszámot állítunk elő a csiszolószemcse-agglomerátumokból, a szokásos eljárások egyikét alkalmazhatjuk. Az elsőben viszonylag magas égetési hőmérsékleten elüvegesíthető kötőanyagot (pl. megömllesztés kb. 1000 °C fölött) alkalmazunk a szemcsék agglomerálásához. A másodikban ezután egy alacsonyabb égetési hőmérsékleten elüvegesíthető (pl. megömllesztés kb. 650-975 °C-on), porított kötés-készítményt összekeverünk a szemcse-agglomerátumokkal, és az anyagot csiszolószerszámmá sajtoljuk. A nyers szerszámot a második kötőanyag kisebb égetési hőmér-

Egy második eljárásban kiaknázzuk az olvasztott vagy ömlesztett üvegek folyékony állapotbeli viszkozitáskülönbségét, hogy ugyanazt az égetési hőmérsékletet alkalmazzuk az agglomerátum előállítására és a csiszolókorong égetésére. Nagy viszkozitású, elüvegesített kötőanyagot alkalmazunk a szemcsék agglomerálására az első égetési lépésben. Ezután a kiégetett agglomerátumokat összekeverjük egy második, kisebb viszkozitású elüvegesített kötés-készítménnyel, és nyers csiszolószerszámot sajtolunk. A sajtolt szerszámot körülbelül ugyanolyan hőmérsékleten égethetjük ki, mint az első, agglomerátumok előállításához használt égetési lépés hőmérséklete, mert forró, folyékony állapotban a kötőanyag nem lesz túlságosan folyós és nem fut le a szemcsékről. Az agglomerátumok eredeti háromdimenziós konfigurációját így fenntarthatjuk.

Az eljárás egy előnyös megvalósításában az elüvegesített kötés viszkozitása a kötőanyag olvadáspontján legalább 33%-kal alacsonyabb, mint a kötőanyag viszkozitása ezen az olvadásponton. Tehát ha a kötőanyag viszkozitása kb. 34,5-5530 Pa·s 1180 °C-on, az előnyös elüvegesített kötést kb. 3-3700 Pa·s viszkozitás jellemzi 1180 °C-on.

Egy harmadik eljárásban, egy közbülső égetési hőmérsékleten megömleszthető (például kb. 850-975 °C) kötőanyagot használunk a szemcsék agglomerálására, de az agglomerálást magasabb

hőmérsékleten végezzük, mint a kötőanyag ömlesztési hőmérséklete vagy olvadáspontja (pl. 1000-1200 °C). Az agglomerátumokat összekeverjük ugyanazzal a kötőanyaggal, mint amit elüvegesített kötés-készítményként használtunk, és a keveréket nyers csiszolószerszámmá sajtoljuk. A nyers csiszolószerszámot alacsonyabb hőmérsékleten (például kb. 850-975 °C) égetjük, mint amit a kötőanyag megolvasztásához használtunk a szemcsék agglomerálásakor. Az alacsonyabb hőmérséklet hatásos az agglomerátumok megkötéséhez. Az eljárás megtartja az agglomerátumok háromdimenziós szerkezetét, mert a kötőanyag első rétege nem folyik meg a csiszolószerszám égetési hőmérsékletén.

Egy negyedik eljárásban ugyanazt a készítményt használjuk kötőanyagként és a korong kötéseként, és az agglomerálást és a korong égetését ugyanazon a hőmérsékleten hajtjuk végre. Elméletileg, mivel a kötőanyagot megömlesztjük, hogy a csiszolószemcsékhez tapadó üveget képezzen az agglomerálás alatt, a kötőanyag tulajdonsága megváltozik. Ezért a megömlesztett kötőanyag a szinterelt agglomerátumokban magasabb hőmérsékleten folyik meg, mint a nem megömlesztett kötőanyag, és az agglomerátumok megtartják alakjukat a korong égetése során. Egy előnyös megvalósításban a kötőanyaghoz használt készítmény és a kötés valamennyi nyersanyagot tartalmaz, és nem tartalmaz frittelt üvegekészítményt.

Egy ötödik, elüvegesített csiszolószerszámok előállítására szolgáló eljárásban a szerszámot hozzáadott kötés nélkül állítjuk elő. Az agglomerátumokat szerszám-öntőformába töltjük, préseljük, és kb. 500-1400 °C-on égetjük a szerszám

előállításához. Az agglomerátumok előállításához használt kötőanyagok elüvegesített kötészítményt tartalmaznak és a kötőanyag elegendő mennyiségben van jelen az agglomerátumban (például az agglomerátum kb. 5-15 térf%-a), hogy az agglomerátumokat összekösse a kész elüvegesített csiszolószer-számban.

Az agglomerátumokat minden, ismert típusú kötéssel köthetjük, például szerves vagy gyantakötéssel és fémkötéssel, amelyeket a kötött csiszolószerszámok előállításában ismernek. Az elüvegesített kötésű csiszolószerszámokban alkalmazható agglomerátum térf% megfelelő a fém- és szerves kötésű szerszámokban is. A szerves és fémkötésű szerszámok rendszerint nagyobb térf% kötést és kisebb térf% porozitást tartalmaznak, mint az elüvegesített kötésű szerszámok, és a csiszolószemcse-tartalom magasabb lehet. A szerves és fémkötésű szerszámokat a különböző előállítási eljárások szerint keverhetjük, sajtolhatjuk, hőkezelhetjük vagy szinterelhetjük, és különböző arányban tartalmazhatnak csiszolószemcsét vagy agglomerátumot, kötést és porozitás-komponenseket, ahogyan az a szakmában ismert. A találmány szerinti agglomerátumokat egyrétegű fémkötéses szerszámokban, valamint többretegű, háromdimenziós szerkezetekben, monolit szerszámokban és szegmentált mátrixos csiszolószerszámokban is alkalmazhatjuk, ahogyan a szakmában ismert.

A találmány szerinti csiszolószerszámok magukban foglalják a csiszolókorongokat, csiszolórudakat és -köveket, és különösen hatékonyak olyan csiszolási eljárásokban, ahol a csiszoló-

szerszám és a munkadarab nagy felületen érintkezik. Ilyen alkalmazások vagy csiszolási műveletek például, de nem korlátozó jelleggel, a lassú előtolású és más precíziós felületi csiszolás, a szerszámkészítéskor alkalmazott porózus csiszolási eljárások, a belső átmérő csiszolás és a kerámiák és más törékeny munkadarabok finom felületi csiszolása.

A finomcsiszolási vagy polírozási eljárásokban, amelyek mikronos vagy szubmikronos csiszolószemcséket alkalmaznak, előnyösek a találmány szerinti agglomerátumokkal előállított szerszámok. A hagyományos szuperfinom polírozó vagy polírozó szerszámokkal és rendszerekkel szemben a találmány szerinti szerszámok, amelyeket ilyen finomszemcsés csiszolóanyag-agglomerátumokkal állítanak elő, kisebb csiszolóerő mellett erodálódnak, és a munkadarabon kicsi vagy semmilyen felületi károsodás sem jelentkezik a precíziós finomcsiszolási eljárás során (pl. tükörfényes felületpolírozás üvegen vagy kerámián). A szerszám élettartama megfelelő marad az agglomerált szerkezetek következtében, különösen az egyrétegű szerszámok esetén, de a háromdimenziós mátrixú és a szuszpenziós szerszámok esetén is.

A precíziós profilcsiszoláskor az agglomerátumok morzsolhatósága kevesebb lehúzási ciklust eredményez. A szerszámok összekötött porozitása miatt a hűtőanyag-ellátás és hulladék-eltávolítás jobb, ezért a csiszolás alacsonyabb hőmérsékleten végezhető, a munkadarab kevésbé károsodik és a csiszológép kevésbé kopik. Mivel a kisebb szemcseméretű csiszolószemcsék agglomerált formában vannak jelen, csiszolási hatékonyságuk megegyezik a nagyobb szemcseméretű csiszoló-

szemcsékével, de simább felületi kiképzést eredményeznek, és a csiszolt munkadarab minősége gyakran jelentősen javul.

A következő példák a találmányt illusztrálják, de nem korlátozzák.

1. példa

Egy sorozat agglomerált csiszolószemcse mintát állítottunk elő forgó kalcinálókemencében (elektromos fűtésű modell, HOU-5D34-RT-28, 1200 °C maximális hőmérséklet, 30 kW bemenő teljesítmény, 183 cm hosszú, 14 cm belső átmérőjű tűzálló fémcsővel felszerelve, gyártó Harper International, Buffalo, New York). A tűzálló fémcsövet ugyanolyan méretű szilícium-karbid csővel helyettesítettük, és a berendezést úgy módosítottuk, hogy 1550 °C maximális hőmérsékleten működjön. Az agglomerációs eljárást légköri körülmények között folytattuk, a fűtött zóna hőmérséklet-szabályozását 1180 °C-ra állítottuk be, a cső forgási sebessége 9 fordulat/perc volt, dőlési szöge 2,5-3 fok, az anyag betáplálási sebessége 6-10 kg/óra. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán bemutatottal. A felhasználható, szabadon áramló szemcsék (-12 mesh/tál (-12 mesh to pan) definíció szerint) kitermelése a kalcinálás előtti, kiindulási anyag összes tömegének 60-90%-a volt.

Az agglomerátum mintákat a csiszolószemcsék, kötőanyag és víz egyszerű keverékéből állítottuk elő, melyet az 1. táblázat ismertet. Az elüvegesített kötés és kötőanyag készítményeket, amelyeket a minták előállítására használtunk, a 2. táblázatban soroljuk fel. A mintákat háromféle csiszolószemcséből állítottuk

elő: 38A ömlesztett alumínium-oxid, 32A ömlesztett alumínium-oxid és Norton SG szinterelt szol-gél alfa-alumínium-oxid szemcse, gyártó Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc., Worcester, MA, Amerikai Egyesült Államok, az 1. táblázatban megadott méretben.

A forgó kalcinálókemencében végzett agglomerálás után az agglomerált csiszolószemcse-mintákat szitáltuk és megmértük laza illeszkedési sűrűségüket (LPD), méreteloszlásukat és meghatároztuk az agglomerátumok szilárdságát. Az eredményeket az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat. Az agglomerált granulátum jellemzői

Mintasza m szemcse folyadék kötőanyag	Keverék tömege, kg	Kötő- anyag, tömeg% (szem- csére szá- mítva)	Kötő- anyag ^a , térf%	LPD, g/cm ³ , -12/ tál	Átlagos méret- elosz- lás, mikron	Átlagos méret- eloszlás, mesh	Átlagos relatív sűrű- ség, %	50%-os törési hányad melletti nyomás, MPa
1 60 grit 38A víz A kötő- anyag	13,6 0,3 0,3	2,0	3,18	1,46	334	-40/+50	41,0	0,6±0,1
2 90 grit 38A víz E kötő- anyag	13,6 0,4 0,9	6,0	8,94	1,21	318	-45/+50	37,0	0,5±0,1
3 120 grit 38A	13,6	10,0	13,92	0,83	782	-20/+25	22,3	2,6±0,2

víz	0,5							
C kötő- anyag	1,5							
4 120 grit 32A víz A kötő- anyag	13,6 0,4 0,9	6,0	8,94	1,13	259	-50/+60	31,3	0,3±0,1
5 60 grit 32A víz E kötő- anyag	13,6 0,5 1,5	10,0	14,04	1,33	603	-25/+30	37,0	3,7±0,2
6 90 grit 32A víz C kötő- anyag	13,6 0,3 0,3	2,0	3,13	1,03	423	-40/+45	28,4	0,7±0,1
7 90 grit SG víz A kötő- anyag	13,6 0,5 1,4	10,0	14,05	1,20	365	-45/+50	36,7	0,5±0,1
8 120 grit SG víz E kötő- anyag	13,6 0,3 0,3	2,0	3,15	1,38	120	-120/+140	39,1	-
9 60 grit SG víz C kötő- anyag	13,6 0,4 0,9	6,0	8,87	1,03	973	-18/+20	27,6	-

a. A kötőanyag térf%-a a granulátumban levő szilárd anyag

(vagyis a kötőanyag és a szemcse) százaléka az égetés után, és nem tartalmazza a porozitás térf%-át.

A kiégetett agglomerátumokban a kötőanyag térf%-át a nyers kötőanyag átlagos égetési tömegvesztéséből (LOI, loss on ignition) számítottuk ki.

A szinterelt agglomerátumok méretét az amerikai egyesült államokbeli szabványos tesztelő szitákon állapítottuk meg, amelyeket rezgő szitaberendezésre szereltük (Ro-Tap; Model RX-29; W.S. Tyler Inc., Mentor, OH). A sziták mesh mérete 18-140 volt, a különböző mintáknak megfelelően. A szinterelt agglomerátumok laza illeszkedési sűrűségét (LPD) a csiszoló-szemcsék tömörsűrűségére vonatkozó amerikai szabványos eljárással határoztuk meg.

A kezdeti átlagos relatív sűrűséget, amelyet százalékban fejeztünk ki, úgy számítottuk ki, hogy az LPD-t (ρ) osztottuk az agglomerátumok elméleti sűrűségével (ρ_0), nulla porozitást feltételezve. Az elméleti sűrűséget a keverékek volumetria szabálya szerint az agglomerátumokban levő kötőanyag és csiszolószemcse tömeg%-ából és faj súlyából számítottuk ki.

Az agglomerátumok szilárdságát tömörítési teszttel mértük. A tömörítési tesztben 2,54 cm átmérőjű kenőanyaggal kezelt acélformát használtunk egy Instron® univerzális tesztelőgépen (MTS 1125, 9072 kg) 5 grammos agglomerátum mintával. Az agglomerátum mintát a formába öntöttük, és a formát kívülről enyhén ütögetve kiegyenlítettük az agglomerátum szintjét. Egy felső nyomófejet helyeztünk bele, és egy keresztfejet addig engedtünk le, ameddig erőt („kiindulási helyzet”) nem észleltünk

a kijelzőn. Egyenletes sebességgel (2 mm/perc) növeltük a nyomást a mintán, 180 MPa maximális nyomásig. Az agglomerátum minta térfogatát (a minta tömörített LPD értékét), amelyet a keresztfej elmozdulásával követtünk, relatív sűrűségként ábrázoltuk az alkalmazott nyomás logaritmusának függvényében. A maradék anyagot ezután megszitáltuk a törési hányad százalékanak meghatározására. Különböző nyomásértékeken felvettük az alkalmazott nyomás logaritmusa és a törési hányad százaléka közötti összefüggés grafikonját. Az 1. táblázatban szereplő értékek annak a nyomásnak a logaritmusai, amelynél a törési hányad az agglomerátum minta 50 tömeg%-ának felel meg. A törési hányad a kisebb szitán áthaladó, szét tört részecskék tömegének aránya a minta kezdeti tömegéhez képest.

Ezeknek az agglomerátumoknak az LPD-értéke, méreteloszlása, sajtolási szilárdsága és granulátum-mérettartó jellemzői alkalmasak a csiszolókorongok ipari előállításában való felhasználásra. A kész, szinterelt agglomerátumok háromdimenziós formájúak, amely lehet háromszöges, gömb, kocka, téglavagy más geometriai alak. Az agglomerátumok számos egyedi csiszolószemcsét tartalmaztak (pl. 2-20 szemcsét), amelyeket üveg kötőanyag kötött össze a szemcsék érintkezési pontján.

Az agglomerált granulátum mérete nőtt az agglomerált granulátumban levő kötőanyag mennyiségével, a kötőanyag 3-20 tömeg%-os tartományában.

Megfelelő tömörítési szilárdságot tapasztaltunk az összes, 1-9 minta esetében, ami azt jelzi, hogy az üveg kötőanyag megfelelő minőségű és folyású volt ahhoz, hogy hatásos kötést

létesítsen a csiszolószemcsék között az agglomerátumban. A 10 tömeg% kötőanyagot tartalmazó agglomerátumok jelentősen nagyobb tömörítési szilárdságot mutattak, mint a 2 vagy 6 tömeg% kötőanyagot tartalmazók.

A kisebb LPD-érték nagyobb agglomerációs fokot jelzett. Az agglomerátumok LPD-értéke csökkent a kötőanyag tömeg%-ának növekedtével és a csiszolószemcse-méret csökkenésével. A 2 és 6 tömeg% kötőanyag melletti viszonylag nagy különbségek, összevetve a 6 és 10 tömeg% kötőanyag melletti viszonylag kis különbségekkel, arra utalnak, hogy 2 tömeg%-nál kevesebb kötőanyag elégtelen lehet az agglomerátumok előállításához. Nagyobb tömeg%-ok esetén, kb. 6 tömeg% fölött, további kötőanyag hozzáadása nem járulhat jelentősen hozzá a nagyobb és erősebb agglomerátumok előállításához.

2. táblázat. Az agglomerátumokban használt kötőanyag

Égetett készítmény Elemek ^b	A kötőanyag, tömeg% (A-1 kötőanyag) ^a	B kötő- anyag, tömeg%	C kötő- anyag, tömeg%	D kötő- anyag, tömeg%	E kötő- anyag, tömeg%	F kötő- anyag, tömeg%
üveggépzők $\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$	69 (71)	69	71	73	64	68
Al_2O_3	15 (11)	10	14	10	18	16
alkáliföld- fém-oxidok, RO (CaO, MgO)	5-6 (7-8)	<0,5	<0,5	1-2	6-7	5-6
alkálifém- oxidok, R_2O (Na_2O , K_2O , Li_2O)	9-10 (10)	20	13	15	11	10

Fajsúly, g/cm ³	2,40	2,38	2,42	2,45	2,40	2,40
Becsült viszkozi- tás, (Pa·s) 1180 °C-on	2559	3	34,5	85	5530	780

a. A zárójelben közölt A-1 kötőanyag-változatot a 2. példa mintáihoz használtuk.

b. Szennyezések (pl. Fe₂O₃ és TiO₂) kb. 0,1-2% mennyiségben vannak jelen.

2. példa

Újabb agglomerátum mintákat állítottunk elő különböző eljárási megvalósításokkal és kiindulási anyagokkal.

Agglomerátumok sorát állítottuk elő (10-13. minta) különböző szinterelési hőmérsékleteken, amelyek 1100-1250 °C között változtak, forgó kalcinálókemencében (HOU-6D60-RTA-28, 305 cm hosszú, 15,5 cm belső átmérőjű, 095 cm vastag mullitcsővel felszerelve, amelynek fűtött része 152 cm hosszú, és ebben három, hőmérséklet-szabályozott zóna van; gyártó Harper International, Buffalo, New York). Egy Brabender adagoló-egységet használtunk, amelyen szabályozhattuk a csiszolószemcse és kötőanyag keverékének térfogati áramlási sebességét, amikor az anyagokat a forgó kalcinálókemencébe adagoltuk. Az agglomerációs eljárást légköri körülmények között hajtottuk végre, miközben a berendezés csőve 4 fordulat/perc sebességgel forgott, hajlási szöge 2,5 fok volt, és 8 kg/óra betáplálási sebességet használtunk. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán

bemutatottal. Az agglomerátumok előállításához használt hőmérsékletet és egyéb változókat a 2-1. táblázat mutatja be.

Minden minta tartalmazott egy keveréket, amely 89,86 tömeg% csiszolószemcsét (60 grit 38A alumínium-oxid csiszolószemcse, gyártó Saint Gobain Ceramics & Plastics, Inc.) és 10,16 tömeg% kötés-keveréket (6,3 tömeg% AR30 folyékony fehérje kötés, 1,0 tömeg% Carbowax® 3350 PEG és 2,86 tömeg% A kötőanyag) tartalmazott. Ebből a keverékből 4,77 térf% kötőanyag és 95,23 térf% szemcse képződött a szinterelt agglomerált granulátumban. Az agglomerátum számított elméleti sűrűsége (azzal a feltevéssel, hogy nem tartalmaz porozitást) $3,852 \text{ g/cm}^3$ volt.

Mielőtt a keveréket az adagolóegységbe helyeztük volna, nyers állapotú agglomerátumokat állítottunk elő szimulált extruderezéssel. Az extrudált agglomerátumok előállításához a folyékony fehérje kötetst felmelegítettük, hogy feloldjuk a Carbowax® 3350 PEG-t. Ezután, keverés közben, a kötőanyagot lassan a keverékhez adtuk. A csiszolószemcséket egy nagy nyírású (112 cm átmérőjű) keverőbe tettük, és az előállított kötőanyag-kötés keveréket lassan a keverőben levő csiszolószemcsékhez adtuk. A kombinációt 3 percig kevertük. A keveréket nedvesen tálcákra szitáltuk egy 12 mesh doboz-szitán (box screen) (amerikai egyesült államokbeli szabványos szitaméret), maximum 2,54 cm mély rétegben, hogy nedves, nyers (nem égetett), extrudált agglomerátumokat állítsunk elő. Az extrudált agglomerátumok rétegét kemencében szárítottuk 90°C -on, 24 órán át. Szárítás után az agglomerátumokat 12-16 mesh dobozszitán szitáltuk.

Megfigyeltük a forgó kalcinálás alatt, hogy a nyers állapotban előállított agglomerátumok eltörtek hevítésekor, majd újraképződtek, amint a forgó kalcinálócső fűtött részét forgás közben elhagyták. A nyers állapotban előállított agglomerált granulátumok nagyobb mérete az égetés utáni agglomerált granulátumok méretéhez képest könnyen láthatóvá vált a minták szemrevételezésekor.

Égetés után az agglomerált részecskeméret lényegében egyenletes volt ipari célokra, a méreteloszlás az 500-1200 mikron tartományban változott. A méreteloszlási mérések eredményét a 2-2. táblázat mutatja. A kitermelés, a törési szilárdság és az LPD elfogadható volt a csiszolókorongok ipari előállítása céljára.

2-1. táblázat

Mintaszám	Szintere- relési hőmér- séklet ^a , °C	Kiter- melés, % -12 mesh	Átlagos méret, μm	LPD, g/cm ³ , -12 mesh	50%-os törési hányad melletti nyomás, MPa	%-os kiter- melés, -16/ +35 mesh	Átlagos agglom. méret, μm	LPD, g/cm ³ , -16/ +35 mesh
10	1100	n/a ^b	n/a	n/a	n/a	n/a	536	n/a
11	1150	97,10	650	1,20	13±1	76,20	632	0,95
12	1200	96,20	750	1,20	9±1	87,00	682	1,04
13	1250	96,60	675	1,25	8±1	85,20	641	1,04

a. A forgó kalcinálókemence hőmérsékletére beállított pont (mind a 3 zónára).

b. n/a jeletése: nem végeztünk mérést

2-2. táblázat. Az égetett agglomerátumok részecskeméret-eloszlása

Szitaméret ASTM-E	Szitaméret ISO 565 μm	Tömeg% a szitán			
		10	11	12	13
Mintaszám					
-35	-500	41,05	17,49	11,57	14,31
35	500	22,69	17,86	14,56	17,69
30	600	18,30	24,34	21,27	26,01
25	725	2,57	21,53	24,89	23,06
20	850	3,43	13,25	16,17	12,43
18	1000	1,80	4,58	10,09	5,97
16	1180	0,16	0,95	1,44	0,54

3. példa

A 2. példa leírása szerint agglomerátumokat állítottunk elő (14-23. minta), azzal a kivétellel, hogy a hőmérsékletet 1000 °C-on tartottuk, és KOU-8D48-RTA-20 forgó kalcinálókemencét használtunk, amely 274 cm hosszú, 20 cm belső átmérőjű „fused silica” csővel van felszerelve, amelynek fűtött része 122 cm hosszú, és ebben három, hőmérséklet-szabályozott zóna van. (Gyártó Harper International, Buffalo, New York.) Különböző eljárásokat vizsgáltunk meg a szemcsék és a kötőanyag égetés előtti keverékének előállítására. Az agglomerációs eljárást légköri körülmények között végeztük, miközben a berendezés csőve 3-4 fordulat/perc sebességgel forgott, hajlási szöge 2,5 fok volt, és 8-10 kg/óra betáplálási sebességet használtunk. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán bemutatottal.

Minden minta 13,6 kg csiszolószemcsét tartalmazott (ugyanazt a szemcsét használtuk a 2. példában, azzal a kivétellel, hogy a 16. minta 11,3 kg 70 grit-es Norton SG® szorgél alumínium-oxid szemcsét (gyártó Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc.), valamint 0,41 kg A kötőanyagot tartalmazott (ami 4,89 térf% kötőanyagot eredményezett a szinterelt agglomerátumban). A kötőanyagot különböző kötés-rendszerekben diszpergáltuk a szemcsék beadagolása előtt. A 2. példa kötés-rendszerét (Binder 2) használtuk néhány mintában, és más mintákat állítottunk elő az AR30 folyékony fehérje kötéssel (Binder 3) a 3. táblázatban megadott tömeg%-ban. A 20. mintát használtuk a 2. példa szerinti szimulált extrudálási eljárással előállított nyers, nem égetett agglomerátumok előállítására.

A vizsgált változókat és a tesztek eredményeit a 3. tábla foglalja össze.

3. táblázat. Nyers állapotú kötés-kezelés

Mintasám	Keverék kezelés	Kötés tömeg% (a szemcse tömeg%-ában)	Kitermelés, % -12 mesh szita	LPD, g/cm ³
14	Binder 3	2,0	100	1,45
15	Binder 3	1,0	100	1,48
16	Binder 3; SG szemcse	4,0	92	1,38
17	Binder 3	4,0	98	1,44
18	Binder 2	6,3	90	1,35
19	Binder 3	8,0	93	1,30
20	Binder 2; szimulált	6,3	100	1,37

	extrudálás			
21	Binder 3	3,0	100	1,40
22	Binder 3	6,0	94	1,44
23	Binder 2	4,0	97	1,54

Ezek az eredmények alátámasztják, hogy a nyers állapotú agglomerációra nincs szükség ahhoz, hogy elfogadható minőségű és kitermelésű szinterelt agglomerált granulátumot állítsunk elő (érdeemes összehasonlítani a 18. és 20. mintát). Amint a Binder 3 mennyisége a kiindulási keverékben 1 tömeg%-ról 8 tömeg%-ra nőtt, az LPD mérsékelten csökkent, ami azt jelzi, hogy a kötés alkalmazása kedvező, de nem lényeges hatást fejt ki az agglomerációs eljárásra. Ezért, igen váratlanul, nem tűnt szükségesnek a kívánatos agglomerátum granulátum alak előzetes megformálása vagy méretének kialakítása a forgó kalcinálókemencében való szinterelés előtt. Ugyanezt az LPD-t érzük el úgy is, hogy csak az agglomerátum-komponensek nedves keverékét adagoljuk be a forgó kalcinálókemencébe, és a keveréket forgatjuk, miközben áthalad a berendezés fűtött részén.

4. példa

A 2. példa leírása szerint agglomerátumokat állítottunk elő (24-29. minta), azzal a kivétellel, hogy a hőmérsékletet 1200 °C-on tartottuk, és különböző eljárásokat vizsgáltunk meg az égetés előtti szemcse- és kötőanyag-keverék előállítására. Minden minta (a 28-29-et kivéve) 136,4 kg csiszolószemcsét (ugyanaz, mint a 2. példa 60 grit 38A alumínium-oxid szemcséje)

és 4,1 kg A kötőanyagot tartalmazott (ami 4,89 térf% kötőanyagot eredményezett a szinterelt agglomerátumban).

A 28. minta (ugyanaz az összetétel, mint a 2. példában) 20,4 kg szemcsét és 0,6 kg A kötőanyagot tartalmazott. A kötőanyagot folyékony kötés-keverékkel (37,8 tömeg% (1,41 kg) AR30 kötés vízben) kombináltuk, és ebből a kombinációból 2 kg-ot adtunk a szemcsékhez. A folyékony kombináció viszkozitása 7,84 Pa·s volt 22 °C-on (Brookfield LVF viszkoziméter).

A 29. minta (ugyanaz az összetétel, mint a 2. példában) 13 kg szemcsét és 0,4 kg A kötőanyagot tartalmazott (ami 4,89 térf% kötőanyagot eredményezett a szinterelt agglomerátumban). A kötőanyagot folyékony kötés-keverékkel (54,7 tömeg% (0,22 kg) Duramax® B1052 gyanta és 30,1 tömeg% (0,66 kg) Duramax B1051 gyanta vízben) kombináltuk, és ezt a kombinációt a szemcsékhez adtuk. A Duramax gyanták gyártója Rohm and Haas, Philadelphia, PA.

Az agglomerálási eljárást légköri körülmények között hajtottuk végre, miközben a berendezés csöve 4 fordulat/perc sebességgel forgott, hajlási szöge 2,5 fok volt, és 8-12 kg/óra betáplálási sebességet használtunk. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán bemutatottal.

A 28. mintát elő-agglomeráltuk a kalcinálás előtt egy fluid ágyas berendezésben (gyártó Niro, Inc., Columbia, Maryland; MP-2/3 MultiProcessor™, MP-1 méretű kúppal, melynek legszélesebb részén 0,9 méter az átmérője). A következő eljárás-változók mellett végeztük a fluid ágyas eljárást a mintákkal:

bevezetett levegő hőmérséklete: 64-70 °C

bevezetett légáram 100-300 m³/óra

granulációs fluidum áramlási sebesség 440 g/perc

ágy-mélység (kezdeti töltet 3-4 kg) kb. 10 cm

légnyomás 1 bar

két fluidomos külső keverőfúvóka 800 mikronos nyílással

A csiszolószemcséket az alsó berendezésbe töltöttük és levegőt vezettünk a fluid ágy diffúzorlemezén fel és a szemcsék közé. Ugyanekkor a kötőanyag és a kötés keverékét fölszivattyúztuk a külső keverőfúvókához, majd a fúvókából a diffúzorlemezen át a szemcsékhez porlasztottuk, és így az egyes csiszolószemcséket bevontuk. Nyers agglomerátumokat állítottunk elő a kötőanyag és a kötés keverékének szárítása során.

A 29. mintát a kalcinálás előtt elő-agglomeráltuk egy kis nyomású extrudálási eljárásban egy Benchtop Granulator™ berendezéssel (gyártó LCI Corporation, Charlotte, Észak-Carolina), amely 0,5 mm átmérőjű lyukakat tartalmazó perforált kosárral volt felszerelve. A szemcsekeveréket, kötőanyagot és kötést kézzel adagoltuk be a perforált kosárba (extruder szitába), forgó lapátokkal nyomtuk át a szitán, majd a szedőben összegyűjtöttük. Az extrudált elő-agglomerátumokat kemencében szárítottuk 90 °C-on 24 órán át és a forgó kalcinálókemence kiindulási anyagaként használtuk.

A vizsgált változókat és a tesztek eredményeit a 4-1. és 4-2. táblázatban foglaltuk össze. Ezek a vizsgálatok alátámasztják, hogy a 3. példában kapott eredmények magasabb hőmérsékleten is megjelennek (1200 °C-on az 1000 °C-hoz képest). Ezek az eredmények azt is mutatják, hogy a kis nyomású extrudálást és a

fluid ágyas elő-agglomerálást is alkalmazhatjuk az agglomerált granulátumok előállítására, de nem szükséges agglomerációs lépést beiktatni a forgó kalcinálás előtt a találmány szerinti agglomerátumok előállításához.

4-1. táblázat. Agglomerátum-jellemzők

Mintaszám	Keverék kezelés	Kötés tömeg% (a szemcse tömeg%-ában)	Kitermelés, % -12 mesh szita	Átlag- méret, μm	LPD, g/cm^3
24	Binder 3	1,0	71,25	576	1,30
25	Binder 3	4,0	95,01	575	1,30
26	Binder 3	8,0	82,63	568	1,32
27	Binder 3	7,2	95,51	595	1,35
28	Binder 3	7,2	90,39	n/a	n/a
29	Duramax gyanta	7,2	76,17	600	1,27

4-2. táblázat. Az agglomerátumok részeskeméret-eloszlása

Sztaméret ASTM-E	Sztaméret ISO 565 μm	Tömeg% a szitán					
		24	25	26	27	28	29
Mintaszám							
-40	-425	17,16	11,80	11,50	11,50	n/a	11,10
40	425	11,90	13,50	14,00	12,50	n/a	12,20
35	500	17,30	20,70	22,70	19,60	n/a	18,90
30	600	20,10	25,20	26,30	23,80	n/a	23,70
25	725	17,60	19,00	17,20	18,40	n/a	19,20
20	850	10,80	8,10	6,40	9,30	n/a	10,30
18	1000	3,90	1,70	1,60	3,20	n/a	3,60
16	1180	0,80	0,10	0,30	1,60	n/a	1,10

5. példa

További agglomerátumokat állítottunk elő (30-37. minta) a 3. példa szerint, azzal a kivétellel, hogy a szinterelést 1180 °C-on végeztük, különböző típusú csiszolószemcséket teszteltünk és 13,6 kg csiszolószemcsét kevertünk össze 0,9 kg A kötőanyaggal (hogy a szinterelt agglomerátum-granulátumban 8,94 térf% kötőanyag legyen). A 3. példa szerinti Binder 3-t vízzel (mint kötéssel) vetettük össze a nyers agglomerálásnál.

A 30-34. mintánál 0,4 kg vizet alkalmaztunk kötésként. A 35-37. mintánál 0,3 kg Binder 3-t használtunk. A vizsgált változókat az 5. táblázatban közöljük.

Az agglomerálási eljárást légköri körülmények között végeztük, miközben a berendezés csöve 8,5-9,5 fordulat/perc sebességgel forgott, hajlási szöge 2,5 fok volt, és 5-8 kg/óra betáplálási sebességet használtunk. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán bemutatottal.

Az agglomerálás után az agglomerált csiszolószemcse-mintákat szitáltuk és megmértük laza illeszkedési sűrűségüket (LPD), méreteloszlásukat és agglomerációs szilárdságukat. Az eredményeket az 5. táblázat mutatja be.

5. táblázat

Mintaszám	Csiszoló-szemcse	Kötés	Kötés tömeg% (a szemcse tömeg%-ában)	Átlagos méret, μm	LPD, g/cm^3	50%-os törési hányad melletti nyomás, MPa
30	60 grit 57A alumínium-oxid	víz	3,0	479	1,39	1,2 $\pm$ 0,1
31	60 grit 55A alumínium-oxid	víz	3,0	574	1,27	2,5 $\pm$ 0,1
32	80 grit SG alumínium-oxid	víz	3,0	344	1,18	0,4 $\pm$ 0,1
33	70 grit Targa szol-gel alumínium-oxid	víz	3,0	852	1,54	17 $\pm$ 0,1
34	70/30 tömeg% 60 grit 38A/60 grit Norton SG alumínium-oxid	víz	3,0	464	1,31	1,1 $\pm$ 0,2
35	60 grit 38A alumínium-oxid	Binder 3	2,4	n/a	n/a	n/a
36	60 grit Norton SG alumínium-oxid	Binder 3	2,4	n/a	n/a	n/a

37	60/25/15 tömeg% 60 grit 38A/120 grit Norton SG/320 grit 57A	Binder 3	2,4	n/a	n/a	n/a
----	--	----------	-----	-----	-----	-----

Ezek az eredmények ismét azt demonstrálják, hogy a víz használható ideiglenes kötésként az agglomerátumokhoz a forgó kalcinálási eljárásban. Továbbá, a különböző típusú szemcsék keverékei, a különböző szemcseméretkei vagy mindkettő agglomerálható a találmány szerinti eljárással, és ezeket az agglomerátumokat be lehet vonni 1180 °C-on a forgó kalcinálókemencében. A törési szilárdság jelentős növekedése figyelhető meg, ha az agglomerátumokban a hosszúkás szemcsék hossz- és keresztirányú méretének aránya nagy (vagyis $\geq 4:1$) (33. minta).

6. példa

Egy másik agglomerátum-sorozatot állítottunk elő (38-45. minta) a 3. példa szerint, azzal a kivétellel, hogy különböző szinterelési hőmérsékleteket, különböző csiszolószemcse-méret keverékeket és különböző kötőanyagokat vizsgáltunk. Néhány kiindulási keverékben dióhéjat használtunk szerves póruskeltő töltőanyagként (a dióhéjat a Composition Materials Co., Inc., Fairfield, Connecticut cégtől szereztük be, az amerikai egyesült államokbeli szitaméret 40/60 volt). A vizsgált változókat a 6. táblázatban foglaltuk össze. Minden minta

13,6 kg csiszolószemcsét és 2,5 tömeg% Binder 3-t tartalmazott a szemcsére számítva, különböző mennyiségű kötőanyaggal, ahogy a 6. táblázat mutatja.

Az agglomerálási eljárást légköri körülmények között végeztük, miközben a berendezés csöve 8,5-9,5 fordulat/perc sebességgel forgott, hajlási szöge 2,5 fok volt, és 5-8 kg/óra betáplálási sebességet használtunk. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán bemutatottal.

Az agglomerálás után az agglomerált csiszolószemcse-mintákat szitáltuk és megmértük laza illeszkedési sűrűségüket (LPD), méreteloszlásukat és agglomerációs szilárdságukat (lásd 6. táblázat). Az összes agglomerátum tulajdonsága elfogadható volt a csiszolókorongok gyártásához. Ezek az adatok azt jelzik, hogy a szerves póruskeltőknek, például a dióhéjnak, nincs jelentős hatása az agglomerátumok jellemzőire.

6. táblázat

Minta-szám	Csiszolószemcse, keverék tömeg%, szemcseméret, szemcsetípus	Kötő-anyag	Kiégetett kötő-anyag ^a , térf%	Kiégetett pórus-keltő, térf%	LPD, g/cm ³	50%-os törési hányad mellettti nyomás, MPa
38	90/10 tömeg% 60 grit 38A alumínium-oxid/70 grit Targa® szol-gél alumínium-oxid	F	5,18	0	1,14	11,5±0,5
39	"	C	7,88	2	1,00	11,5±0,5
40	90/10 tömeg% 80 grit 38A alumínium-	F	5,18	2	1,02	10,5±0,5

	oxid/70 grit Targa® szol-gél alumínium-oxid					
41	"	C	7,88	0	0,92	n/a
42	50/50 tömeg% 60 grit 38A alumínium- oxid/60 grit 32A alumínium- oxid	F	5,18	2	1,16	11,5±0,5
43	"	C	7,88	0	1,06	n/a
44	50/50 térf% 80 grit 38A alumínium- oxid/60 grit 32A alumínium- oxid	F	5,18	0	1,08	8,5±0,5
45	"	C	7,88	2	1,07	11,5±0,5

a. A térf% a teljes szilárdanyag-tartalomra (szemcsék, kötőanyag és póruskeltő) vonatkozik, és nem foglalja magában az agglomerátum porozitását.

7. példa

A 10-13., illetve a 24-27. agglomerátum mintákat, amelyeket a 2., illetve 4. példa szerint állítottunk elő, csiszolókorongok előállítására használtuk (kész méret: 50,8x2,54x20,3 cm). Ezeket a korongokat lassú előtolású felületi csiszolásban teszteltük olyan összehasonlító korongokkal együtt, amelyeket agglomerátumok nélkül állítottunk elő, de több póruskeltő töltőanyagot tartalmaztak.

A csiszolókorongok előállításához az agglomerátumokat egy folyékony kötéssel és egy porrá tört elüvegesített kötéssel

együtt, amely a 2. táblázatbeli C kötőanyagának felelt meg, egy keverőbe adagoltuk. A korongokat ezután sajtoltuk, szárítottuk, maximálisan 900 °C-ig égettük, osztályoztuk, felületfinomításnak vetettük alá, kiegyensúlyoztuk és ellenőriztük - a szakmában ismert ipari, csiszolókorong-gyártási eljárások szerint.

A korongok összetételét (beleértve a kész korongok csiszolóanyagának, kötésének és porozitásának térf%-át), sűrűségét és rugalmassági moduluszát a 7-1. táblázat mutatja be. A korongokat olyan rugalmassági moduluszúra készítettük, hogy a korongok megfelelték a szabványos D és E fokozatnak a Norton Company keménységi skálája szerint. Az előzetes kísérletekből megállapítottuk, hogy azok a korongok, amelyek agglomerált szemcséket tartalmaztak és ugyanolyan térf%-os szerkezetük volt (vagyis szemcse, kötés, és pórus térf% szerint, összesen 100 térf%), mint az összehasonlító korongnak, amelyet agglomerátumok nélkül állítottunk elő, lényegesen kisebb sűrűségűek voltak, kisebb volt a rugalmassági moduluszuk, továbbá puhábbak voltak az összehasonlító korongnál. Tehát a sűrűséget és a rugalmassági moduluszt választottuk inkább a számított térf%-os szerkezet helyett az agglomerált szemcséket tartalmazó korongok keménységjelzőjeként, és ezeket vizsgáltuk ezekben a csiszolási vizsgálatokban.

7-1. táblázat

Korong (agglomerátum minta a 2. és 4. példából)	Korong-összetétel, térf%			Relatív levegő- áteresz- tés ^b	Égetés utáni sűrűség, g/cm ³	Rugalmas- sági modulusz, d/cm ² · 10 ¹⁰
	Agglom. ^a	Kötés ^d	Porozitás			
(10)	37,50	5,70	56,80	329,6	1,62	10,7
(11)	37,50	5,70	56,80	338,9	1,61	10,6
(12)	37,50	5,70	56,80	353,8	1,60	11,1
(12)	37,50	5,70	56,80	360,7	1,60	10,2
(13)	37,50	5,70	56,80	319,2	1,61	11,4
(27)	37,50	8,40	54,10	364,0	1,66	13,9
(26)	37,50	8,40	54,10	365,1	1,65	14,8
(26)	37,50	8,40	54,10	322,8	1,65	15,4
(25)	37,50	8,40	54,10	n/a	1,66	15,6
(24)	37,50	8,40	54,10	n/a	1,69	17,6
Összehasonlító minták ^c , nem agglomerált szemcsék	Szemcse térf%	Kötés térf%	Porozitás térf%			
38A60-D25VCF2	37,50 ^a	4,70	57,80	305,5	1,60	9,20
38A60-D25VCF2	37,50 ^a	4,70	57,80	305,5	1,59	9,60
38A60-E25VCF2	37,50 ^a	5,70	56,80	240,2	1,67	19,80
38A60-D28VCF2	36,00 ^a	4,70	59,30	n/a	1,64	15,50

a) 37,5 térf% csiszolószemcse-tartalom mellett az összehasonlító korongok több térf% (vagyis kb. 1-3 térf%-kal több) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyeket 37,5 térf% agglomerált szemcsét, kötőanyagot és agglomerátumokon belüli porozitást tartalmaztak.

b) A fluidum (levegő) áteresztést az 5 738 696 és az 5 738 697 számú amerikai egyesült államokbeli vizsgálati eljárással

mértük. A relatív levegő-áteresztési értékek $\text{cm}^3/\text{s}/\text{kPa}$ egységben szerepelnek.

c) Az összehasonlító korongok a kereskedelemben kapható korongok voltak, gyártó: Saint-Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA, jellemzőiket a 7-1. táblázat közli.

d) A találmány szerinti korongok kötésének térf%-a nem tartalmazza az üveges kötőanyag térf%-ot, amelyet az agglomerátumok előállításához használtunk a szemcsékkel. A kötés térf% csak azokat az anyagokat foglalja magában, amelyeket a csiszolókorongok előállításához használtunk.

A korongokat lassú előtolású csiszolásban teszteltük olyan korongokkal összehasonlítva, amelyeket lassú előtolású felületi csiszoláshoz ajánlanak (az összehasonlító korongok adatait a 7-1. és a 7-2. táblázat tartalmazza). Az összehasonlító korongoknak ugyanolyan méretük, hasonló keménységi fokozatuk volt a lassú előtolású csiszolási vizsgálatban, de agglomerátumok nélkül voltak előállítva.

Csiszolási körülmények

Gép: Hauni-Blohm Profimat 410

Üzem mód: lassú előtolású horony-köszörülés

Vágási mélység: 0,318 cm

Felületi korongsebesség: 28 m/s

Asztalsebesség: változó, 6,4 cm/perc egységekben növekedve a 12,7-44,4 cm/perc tartományban vagy törésig (a munkadarab beégése, vagy a gép vagy a korong meghibásodása)

Hűtőanyag: Master Chemical Trim E210 200, 10% koncentrációban, ionmentes vízzel, 360 l/perc

Munkadarab anyaga: AISI 4340 acél 48-50 Rc keménység

Lehúzás: forgó gyémánt, nem folytonos

Lehúzás-kompenzálás: 1 mikrométer/fordulat

Teljes radiális lehúzás-kompenzálás: 0,5 mm/fordulat

Sebesség-arány: +0,8

Ezekben a csiszolási vizsgálatokban az asztalsebességét addig növeltük, amíg meghibásodás nem történt. A hibát az jelezte, ha a munkadarab beégett, vagy a korong túlságosan kopott, amit a teljesítmény-adatok, a korongkopás (WWR) mérések, a felületi finomság mérése és a csiszolt felület szabad szemmel való vizsgálata jelzett. A meghibásodáshoz tartozó anyag-eltávolítási sebességet (MMR) feljegyeztük.

Amint a 7-2. táblázatból látható, ezek a csiszolási vizsgálatok azt mutatták, hogy a találmány szerinti korongok, amelyek az agglomerátumokat tartalmazzák, rendszeresen nagyobb eltávolítási sebességet mutattak, mint az összehasonlító korongok. A találmány szerinti korongok szintén elfogadható értékeket mutattak más, a lassú előtolású műveletekben kevésbé kritikus csiszolási paraméterek esetén is (vagyis WWR, teljesítmény, felületi simaság a maximális MMR-nél).

7-2. táblázat. Csiszolási teszteredmények

Korong (agglomerátum minta a 2. és 4. példából)	Korong-összetétel, térf%			Maximális MRR, mm ³ /s/mm	WWR, mm ³ /s/mm	Fajlagos csiszolási energia, J/mm ³	Átlagos felületi finomság, μm
	Agglom. ^a	Kötés	Porozitás				
(10)	37,50	5,70	56,80	16,4	0,27	45,1	1,07
(11)	37,50	5,70	56,80	13,6	0,14	45,8	1,04
(12)	37,50	5,70	56,80	16,3	0,43	44,0	1,40
(12)	37,50	5,70	56,80	13,8	0,14	44,8	1,05
(13)	37,50	5,70	56,80	13,6	0,24	45,8	1,03
(27)	37,50	8,40	54,10	16,3	0,21	47,3	0,97
(26)	37,50	8,40	54,10	13,7	0,17	50,3	0,86
(26)	37,50	8,40	54,10	11,0	0,09	54,4	0,80
(25)	37,50	8,40	54,10	13,5	0,12	52,4	0,89
(24)	37,50	8,40	54,10	10,9	0,08	54,6	0,77
Összehasonlító minták ^c , nem agglomerált szemcsék	Szemcse térf%	Kötés térf%	Porozitás térf%				
JOHN02 38A60- D25VCF2	37,50	4,70	57,80	8,3	0,12	46,7	1,28
EB030-2 38A60- D25VCF2	37,50	4,70	57,80	10,8	0,14	46,5	1,16
EB012-2 38A60- E25VCF2	37,50	5,70	56,80	11,0	0,07	58,5	0,67
JOHN01 38A60- D28VCF2	36,00	4,70	59,30	11,0	0,12	54,7	0,68

a) 37,5 térf% csiszolószemcse mellett az összehasonlító korongok több térf% (vagyis kb. 1-3 térf%-kal több) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyeket 37,5 térf% agglomerált szemcsét, kötőanyagot és agglomerátumokon belüli porozitást tartalmaztak.

8. példa

Agglomerált csiszolószemcse-mintát (60) állítottunk elő a forgó kalcinálókemencében az 1. példában ismertetett szilícium-karbid csővel, amelyet az 1. ábra illusztrál. Az agglomerációs eljárást légköri körülmények között hajtottuk végre 1350 °C-on, miközben a berendezés csőve 9 fordulat/perc sebességgel forgott, hajlási szöge 3 fok volt, és 6-10 kg/óra betáplálási sebességet használtunk.

Az agglomerátum-mintát 38A alumínium-oxid csiszolószemcse, 60 grit méret (ugyanilyen szemcsét használtunk az 1-6. példákban), továbbá 5,0 tömeg% F kötőanyag (a csiszolószemcse tömegére vonatkoztatva) és 2,5 tömeg% Binder 3 vizes keverékéből állítottuk elő (50/50 tömegarányú keverék a csiszolószemcse tömegére vonatkoztatva).

A forgó kalcinálókemencében végzett agglomerálás után az agglomerált csiszolószemcsét szitáltuk és megmértük laza illeszkedési sűrűségüket (LPD), valamint egyéb tulajdonságaikat a fent leírt eljárásokkal. A használható szabadon folyó agglomerátumok (-12 mesh/tál (-12 mesh to pan) definíció szerint) kitermelése a kiindulási anyag 72,6%-a volt szinterelés előtt. Az agglomerátum LPD-értéke 1,11 g/cm³, relatív sűrűsége 28,9%

volt. A szinterelt agglomerátumokból csiszolókorongokat állítottunk elő, amelyeknek végső mérete 41,3x2,1x12,8 cm volt.

A csiszolókorongok előállításához az agglomerátumokat egy porrá tört elüvegesített kötéssel együtt, amely a 2. táblázat-beli C kötőanyagnak felelt meg és a folyékony Binder 3-mal egy keverőbe adagoltuk, hogy keveréket állítsunk elő. A korongokat ezután sajtoltuk a keverékből, szárítottuk, maximálisan 900 °C-ig égettük, osztályoztuk, felületfinomításnak vetettük alá, kiegyensúlyoztuk és ellenőriztük - a szakmában ismert ipari, csiszolókorong-gyártási eljárások szerint. A korongokat úgy állítottuk elő, hogy megfeleljenek az összehasonlító korongok rugalmassági moduluszának, amely korongok keménysége szabványos E fokozatú volt a Norton Company keménységi skálája szerint.

Az égetett csiszolókorongok és az összehasonlító korongok (gyártó Saint-Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA) jellemzőit a 8-1. táblázat közli.

8-1. táblázat. Csiszolókorongok

Csiszoló- korong minta	Korong-összetétel			Relatív levegő- átersztés ^b	Égetés utáni sűrűség, g/cm ³	Rugalmas- sági modulusz, d/cm ² · 10 ¹⁰
	Agglom. térf%	Kötés ^c térf%	Porozitás térf%			
találmány szerinti 8-4	37,50	9,88	52,62	364,4	1,66	17,5
8-11	37,50	9,88	52,62	352,2	1,66	17,5

8-17	37,50	9,88	52,62	355,8	1,66	17,5
összehasonlító	Szemcse térf%	Kötés térf%	Porozitás térf%			
38A605-D28VCF2	37,50	5,73	56,77	175,3	1,65	17,3

a) 37,5 térf% csiszolószemcse mellett az összehasonlító korongok több térf% (vagyis kb. 1-3 térf%-kal több) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyek 37,5 térf% agglomerált szemcsét, kötőanyagot és agglomerátumokon belüli porozitást tartalmaztak.

b) A fluidum (levegő) áteresztés az 5 738 696 és az 5 738 697 számú amerikai egyesült államokbeli vizsgálati eljárással mértük. A relatív levegő-áteresztési értékek $\text{cm}^3/\text{s}/\text{kPa}$ egységben szerepelnek.

c) A találmány szerinti korongok kötésének térf%-a nem tartalmazza az üveges kötőanyag térf%-ot, amelyet az agglomerátumok előállításához használtunk a szemcsékkel. A kötés térf% csak azokat az anyagokat foglalja magában, amelyeket a csiszolókorongok előállításához használtunk.

A 8-1. táblázatban ismertetett korongokat lassú előtolású csiszolásban teszteltük. A lassú előtolású csiszolási vizsgálatban a paramétereket úgy állítottuk be, hogy a következő csiszolási körülményeket állítsuk elő.

Csiszolási körülmények

Gép: Hauni-Blohm Profimat 410

Üzem mód: lassú előtolású korng-köszörülés

Vágási mélység: 0,318 cm

Felületi korongsebesség: 28 m/s

Asztalsebesség: változó, 6,4 cm/perc egységekben növekedve a 12,7-38,1 cm/perc tartományban vagy törésig (a munkadarab beégése, vagy a gép vagy a korong meghibásodása)

Hűtőanyag: Master Chemical Trim E210 200, 10% koncentrációban, ionmentes vízzel, 360 l/perc

Munkadarab anyaga: AISI 4340 acél 48-50 Rc keménység

Lehúzás: forgó gyémánt, nem folytonos

Lehúzás-kompenzálás: 1 mikrométer/fordulat

Teljes radiális lehúzás-kompenzálás: 0,5 mm

Sebesség-arány: +0,8

Ezekben a csiszolási vizsgálatokban az asztalsebességet addig növeltük, amíg meghibásodás nem történt. A hibát az jelezte, ha a munkadarab beégett, vagy a korong túlságosan kopott, amit a teljesítmény-adatok, a korongkopás (WWR) mérések és a csiszolt felület szabad szemmel való vizsgálata jelzett. A maximális anyag-eltávolítási sebességet (MMR) (vagyis a maximális MMR-t a meghibásodás előtt) feljegyeztük.

Amint a 8-2. táblázatból látható, ezek a csiszolási vizsgálatok azt mutatták, hogy a találmány szerinti korongok, amelyek az agglomerátumokat tartalmazták, rendszeresen nagyobb eltávolítási sebességet mutattak a munkadarab beégése előtt. Az összehasonlító korong esetében a maximális MMR értéknél az asztalsebesség csak 5,29 mm/s volt, míg a találmány szerinti korong esetén a maximális MMR-értéknél az asztalsebesség 6,35 mm/s volt.

A találmány szerinti korongok szintén hasonló, iparilag elfogadható értékeket mutattak más csiszolási paraméterek esetén

is annál a legnagyobb MMR-értéknél, amelyet az összehasonlító korongokkal értünk el ebben a lassú előtolású műveletben (vagyis teljesítmény és felületi simaság 5,29 mm/s asztalsebességnél).

8-2. táblázat. Csiszolási teszteredmények

Korong-minta	Asztal-sebesség, mm/s	MMR mm ³ /s/mm	Teljesítmény W/mm	Átlagos finomság, μm	A munka- darab mi- nőségére vonatkozó meg- figyelés
Találmány szerinti					
8-4	3,18	10,00	403,1	0,80	
	3,18	10,00	411,0	0,80	
	4,23	13,44	516,7	0,89	
	4,23	13,44	516,7	1,04	
	5,29	16,77	614,5	0,93	
	5,29	16,77	638,0	0,99	
maximum	6,35	19,89	712,5	0,88	kis végső beégés
8-11	3,18	10,00	403,1	0,90	
	3,18	10,11	395,5	0,86	
	4,23	14,30	516,7	1,00	
	4,23	14,09	508,8	0,93	
	5,29	16,77	634,1	0,86	
	5,29	16,67	634,1	0,91	
maximum	6,35	19,89	724,3	0,97	kis végső beégés
8-17	3,18	10,00	411,0	0,99	
	3,18	10,11	407,2	0,85	
	4,23	13,33	528,4	0,94	
	4,23	13,33	520,5	0,97	

	5,29	16,67	630,3	0,89	
	5,29	16,56	638,0	0,97	
maximum	6,35	20,00	716,3	0,99	kis végső beégés
Összehasonlító	2,12	6,77	273,9	0,77	
	3,18	9,89	391,3	0,79	
	3,18	10,00	395,5	0,95	
	3,18	10,00	399,3	0,93	
	4,23	13,33	508,8	0,88	
	4,23	13,44	516,7	0,79	
	5,29	16,67	598,9	0,91	erős kezedeti beégés
	5,29	16,77	618,6	0,83	"
maximum	5,29	16,77	614,5	0,89	"

9. példa

Az 5. példa szerinti 35. agglomerátum-mintával előállított csiszolókorongokat vizsgáltuk egy száraz felületű, haránt-előtolásos csiszolási eljárásban, amelyet a szerszámkészítéskor gyakran alkalmaznak. A vizsgált korongokat összehasonlító, kereskedelemben kapható korongokkal hasonlítottuk össze.

Az agglomerátumokat tartalmazó csiszolókorongokat a 8. példa szerinti eljárással állítottuk elő, maximálisan 900 °C-ig égettük, de a méretük 17,8x1,3x3,2 cm volt. A kiégetett korongok 40 térf% agglomerátumot, 11-12,1 térf% elüvegesített kötést és 47,9-49 térf% porozitást tartalmaztak. A találmány szerinti korongok égetési körülményeit és a kiégetett, valamint az összehasonlító korongok tulajdonságait a 9-1. táblázat tartalmazza.

9-1. táblázat. Csiszolókorongok

Korong (H keménységi fokozat)	Korong-összetétel			Levegő- áteresz- tés ^b	Égetés utáni sűrűség, g/cm ³	Rugalmas- sági modulusz, GPa
	Agglom. térf%	Kötés ^d térf%	Porozitás térf%			
Találmány szerinti 5. pl. agglom. Mintaszám						
35-1	40,0	11,1	48,9	165,6	1,85	27,2
35-2	40,0	12,1	47,9	125,3	1,91	30,8
35-3	40,0	11,1	48,9	234,1	1,80	22,7
Összehasonlító korong ^a	Szemcse térf%	Kötés térf%	Porozitás térf%			
38A60-H12VBEP	40,0	8,5	51,5	141,5	1,79	26,3

a) 40,0 térf% csiszolószemcse-tartalom mellett az összehasonlító korongok több térf% (lásd a 9-2. táblázatot) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyeket 40,0 térf% agglomerált szemcsét tartalmaztak (beleértve a kötőanyagot és az agglomerátumokon belüli porozitást).

b) A fluidum (levegő) áteresztés az 5 738 696 és az 5 738 697 számú amerikai egyesült államokbeli vizsgálati eljárással mértük.

c) A találmány szerinti korongok kötésének térf%-a nem tartalmazza az üveges kötőanyag térf%-ot, amelyet az

agglomerátumok előállításához használtunk a szemcsékkel. A kötés térf% csak azokat az anyagokat foglalja magában, amelyeket a csiszolókorongok előállításához használtunk.

A találmány szerinti korongokban levő csiszolószemcsék és üveg kötőanyag térf%-át a 9-2. táblázat közli.

9-2. táblázat. Korong-összetétel az agglomerátum-komponensek szerint

Mintasza 5. példa agglom.	Agglom. térf%	Agglomerátum- beli kötőanyag, térf%	Korongbeli szemcse, térf%	korongbeli kötés (+ kötőanyag), térf%	Korongbeli porozitás, térf%
Találmány szerinti					
35-1	40,0	8,92	36,4	14,7	48,9
35-2	40,0	8,92	36,4	15,7	47,9
35-3	40,0	4,67	38,1	13,0	48,9
Összehasonlító ^a	-	-	40,0	8,5	51,5

a) 40,0 térf% csiszolószemcse-tartalom mellett az összehasonlító korongok több térf% (vagyis 1-3 térf%-kal több) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyeket 40,0 térf% agglomerált szemcsével, kötőanyaggal és agglomerátumokon belüli porozitással állítottunk elő.

Csiszolási körülmények:

Csiszológép: Brown and Sharp felületcsiszoló

Üzem mód: száraz felületi csiszolás

Harántelőtolás: 0,508 mm

Korongsebesség: 3500 fordulat/perc, felületi sebességi 32,5 m/s

Asztalsebesség: 15 240 mm/perc

Hűtőanyag: nincs

Munkadarab: D3 acél, Rc 60 keménységű, 203,2 mm hosszú x 47,8 széles

Lehúzás: egyélű gyémánt

Lehúzás kompenzálás: 0,025

Lehúzás emelkedés: 254 mm/perc

Ezekben a csiszolási menetekben a függőleges előtolást (downfeed) addig növeltük, amíg meghibásodást nem észleltünk. A szerszámkészítéskor alkalmazott, felületi műveletekben, például a lassú előtolású csiszolási műveletekben a legjelentősebb teljesítmény-paraméter a csiszolókorong maximális anyageltávolítási sebessége (MRR). Így azt a maximális MRR-t, amelynél a meghibásodás bekövetkezett, feljegyeztük minden egyes korong esetében. A meghibásodást a munkadarab beégése, a túl nagy teljesítmény vagy a túlzott korongkopási sebesség (WWR) jelezte. Ugyancsak mértük a felületi finomságot.

Amint a 9-3. és 9-4. táblázatból látható, a csiszolási teszt azt mutatta, hogy az agglomerátumokat tartalmazó korongok egyöntetűen nagyobb maximális anyageltávolítási sebességet értek el, mielőtt a korong a kopás miatt használhatatlanná vált volna. Továbbá, a nagyobb MMR-értékeket kisebb teljesítmény mellett értük el, miközben hasonló felületi simaságot tartottunk fenn.

9-3. táblázat. Csiszolási teszteredmények

Korongminta	Teljes előtolás, mm	Maximális MRR, mm ³ /s/mm	G-arány MRR/WWR	Fajlagos energia, W·s/mm ³	Felületi finomság, Ra, μm
Találmány szerinti					
35-1	0,102	19,0	9,00	81,9	635
	0,152	21,0	7,51	79,6	505
	0,203	26,1	7,95	64,5	610
	0,254	34,2	7,62	55,7	559
	0,305	42,9	6,85	44,4	737
	0,356	50,3	6,89	42,9	483
	0,406	51,0	6,39	41,4	762
	0,457	64,5	6,86	36,1	533
	0,559	69,4	5,75	35,9	711
	0,660	89,4	6,19	30,0	610
35-2	0,102	17,1	12,82	86,6	584
	0,203	28,1	9,24	62,8	660
	0,305	41,9	7,90	51,1	711
	0,406	56,8	6,95	40,2	813
	0,508	64,8	5,73	38,1	762
	0,610	83,5	5,61	35,1	838
35-3	0,102	12,3	7,13	137,5	305
	0,203	26,5	8,09	67,9	305
	0,305	41,3	7,68	47,7	406
	0,406	54,2	6,54	41,6	406
	0,508	67,1	5,84	34,7	584
Összehasonlító					
38A60-H12VBE	0,102	16,5	9,48	98,6	279
	0,203	27,4	8,55	60,9	381
	0,305	41,9	6,80	46,6	432
	0,406	51,9	5,92	39,7	457
	0,508	52,9	4,02	43,8	635

9-4. táblázat. Csiszolási-teszt eredmények. Korongkopás-mérések^a

Korong- minta	Teljes előtolás, mm	A μm	B μm	C μm	D μm	Felület, mm ²	Koronglap kopás, %
Találmány szerinti							
35-1	0,102	0,083	0,095	2,788	3,560	0,2932	53
	0,660	0,378	0,370	5,065	5,708	2,0768	90
35-2	0,102	0,068	0,073	2,198	2,873	0,0020	42
	0,610	0,365	0,373	5,403	5,620	2,0982	90
35-3	0,102	0,078	0,070	2,708	3,585	0,2378	53
	0,508	0,298	0,293	4,588	6,005	1,6110	89
Összehasonlító							
38A60-H12VBE	0,102	0,088	0,083	2,793	2,633	0,2382	43
	0,508	0,298	0,288	5,425	6,753	1,8350	96

a) A korongkopást variációs eljárással mértük („saroktartó teszt”, „corner holding test”), amelyet az 5 401 284 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás ismertet. A táblázat adatai közül az A és D értéket a korong kerületénél mértük, a csiszolólap mentén, a B és C értéket egymástól azonos távolságra levő pontoknál mértük, a korong csiszolólapjának középpontja közelében. A csiszolás előrehaladásakor az A és D értékek relatív stabilitása, a B és C értékekkel összehasonlítva, jelzi a korong kopással szembeni ellenállását. A „felület” a korongról eltávolított anyag mennyisége. A %-os koronglap-kopás a korong kopási szélességét mutatja a korong csiszolólapjának közepén, azoknak a pontoknak a közelében, ahol B és C értéket mértük.

10. példa

A csiszolószemcse-agglomerátumokkal előállított csiszolókorongokat belső átmérős (ID) csiszolási tesztben vizsgáltuk.

Agglomerátumokat (61. minta) állítottunk elő a 2. példa szerint, azzal a kivétellel, hogy a hőmérsékletet állandóan 1170 °C-on tartottuk (61. minta). Ezenkívül egy KOU-8D48-RTA-20 forgó kalcinálókemencét használtunk, amely 274 cm hosszú, 20 cm belső átmérőjű szilícium-karbid csővel volt felszerelve, amelynek 122 cm fűtött része három hőszabályozott zónára oszlott. A berendezés gyártója: Harper International, Buffalo, New York. Az agglomerációs eljárást légköri körülmények között folytattuk, a cső forgási sebessége 6 fordulat/perc volt, dőlési szöge 2,5-3 fok, az anyag betáplálási sebessége 8-10 kg/óra. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán bemutatottal.

A 61. agglomerátumos minta 13,63 kg csiszolószemcsét (120 grit 32A alumínium-oxid szemcse, gyártó: Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc.) és 0,87 kg A kötőanyagot tartalmazott (ami 6,36 tömeg% kötőanyagot eredményezett a szinterelt agglomerátumban). A kötőanyagot vízben diszpergáltuk (0,41 kg), mielőtt a szemcséhez adtuk volna. Az agglomerátumok átlagos mérete 260 mikron volt, laza illeszkedési sűrűségük (LPD) 1,3 g/cm³.

Egy összehasonlító ipari csiszolókorongot hasonlítottunk össze a találmány szerinti korongokkal. Az összehasonlító korong ugyanolyan méretű volt és ugyanolyan csiszolószemcsét tartalmazott, de agglomerátumok nélkül. Az összehasonlító korong jele 32A120-LVFL, gyártó: Saint-Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA.

A találmány szerinti csiszolókorongok előállításához az agglomerátumokat a porrá tört elüvegesített kötés-készítménnyel és a folyékony Binder 3-mal együtt egy keverőbe töltöttük és keveréket állítottunk elő. A keverékből korongokat sajtoltunk, megszáritottuk, maximálisan 900 °C-ig égettük, osztályoztuk, felületfinomításnak vetettük alá, kiegyensúlyoztuk és ellenőriztük - a szakmában ismert ipari, csiszolókorong-gyártási eljárások szerint.

A korongok 1A típusúak voltak, kész méretük 4,57x2,54x1,60 cm volt. A találmány szerinti és összehasonlító korongok összetételét és jellemzőit a 10-1. táblázat tünteti fel.

10-1. táblázat. Csiszolókorongok

Minta	Korong-összetétel			Korong kemény-ségi fokozata	Égetés utáni sűrűség, g/cm ³	Rugalmassági modulusz, GPa
	Agglom. térf%	Kötés °C térf%	Porozitás térf%			
Találmány szerinti korong						
32A120	48	10,26	41,74	L	2,08	42,1
Összehasonlító korong ^{a,b}	Szemcse térf%	Kötés térf%	Porozitás térf%			
32A120 LVFL	52	8,11	39,89	L	2,23	50,9

a) 52 térf% csiszolószemcse-tartalom mellett az összehasonlító korongok több térf% csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyeket 48 térf%

agglomerált szemcse és kötőanyag keverékével állítottunk elő. A kötőanyag százalékos mennyiségét leszámítva a találmány szerinti korong csak 43,4 térf% szemcsét tartalmazott, 8,6 térf%-kal kevesebbet, mint az azonos fokozatú összehasonlító korong.

b) A csiszolószemcse 120 grit-mérete 142 mikronnak felel meg.

c) A találmány szerinti korongok kötésének térf%-a nem tartalmazza az üveges kötőanyag térf%-ot, amelyet az agglomerátumok előállításához használtunk a szemcsékkel. A kötés térf% csak azokat az anyagokat foglalja magában, amelyeket a csiszolókorongok előállításához használtunk.

A 10-1. táblázatban leírt csiszolókorongokat belső átmérős (ID) csiszolási tesztben vizsgáltuk. Az ID csiszolási tesztben a paramétereket a következő körülményeknek megfelelően állítottuk be.

Csiszolási körülmények

Gép: Okuma ID csiszológép

Üzem mód: nedves ID, beszűrő egyirányú köszörülés (plunge climb grinding)

Korongsebesség: 18 000 fordulat/perc

Munkadarab-sebesség: 600 fordulat/perc

Hűtőanyag: Master Chemical Trim E210, 5% ionmentes vízzel

Munkadarab anyaga: 52100 acél, 60 Rc keménységű

gyűrűk: 5,65x1,28 cm

Lehúzás: forgó egyélű gyémánt

Lehúzás-arány: 0,650

Lehúzás emelkedés: 0,304 mm/fordulat

Ezekben a vizsgálatokban három sorozat csiszolást végeztünk állandó előtolási sebesség mellett, és minden sorozatban öt csiszolást hajtottunk végre. Az előtolási sebességhez minden esetben nominális anyageltávolítási sebesség tartozik. Az ID-csiszolási eljárásokban a legfontosabb teljesítmény-paraméter a G-arány (MRR/korongkopási sebesség (WWR)), a beállított csiszolási sebességek melletti csiszolásokhoz szükséges fajlagos energia és a keletkező felületi finomság. A 10-2. táblázatban található az egyes betáplálási sebességekhez tartozó adatok. A felületi finomság az egyes sorozatok ötödik csiszolása utáni érték.

A 10-2. táblázat adatai szerint ezek a csiszolási tesztek azt mutatták, hogy az agglomerátumokat tartalmazó találmány szerinti korongok teljesítménye összemérhető vagy jobb volt az összehasonlító korongokénál a G-arány (MRR/korongkopási sebesség (WWR)), a fajlagos csiszolási energia és a keletkező felületi finomság szempontjából. Ezek az eredmények meglepőek, ha a találmány szerinti korongok jelentősen kisebb csiszolószemcse térf%-át tekintjük. A szokásos korongszerkezetben a csiszolószemcse térf% a legfontosabb változó a G-arány meghatározásában. Más változók hiányában a nagyobb szemcsetartalom arányosan nagyobb G-arányhoz vezet. Az azonos vagy jobb G-arány eléréséhez szükséges szemcse térf% csökkentése a csiszolószerszám jelentős műszaki javulását mutatja.

10-2. táblázat. Csiszolási teszteredmények

Korongminta	Radiális előtolási sebesség, mm/perc	MRR mm ³ /s/mm	G-arány ³ MRR/WWR	Fajlagos csiszolási energia, J/mm ³	Felületi finomság, Ra, μm
Összehasonlító					
32A120 LVFL	1,10	3,25	50,5	52,1	0,72
	1,83	5,45	59,4	49,4	0,84
	2,54	7,66	42,5	49,1	1,19
Találmány szerinti					
32A120	1,10	3,25	65,8 (78,8)	52,1	0,82
	1,83	5,45	55,0 (65,9)	48,3	1,02
	2,54	7,66	42,9 (51,4)	45,9	1,18

a) A találmány szerinti korong esetén a zárójelben megadott G-arány a találmány szerinti korong kisebb csiszolószemcse térfé-
hoz van igazítva. Más szóval a csiszolószemcse térfé-a a
találmány szerinti korongokban az összehasonlító korongok
szemcse térfé-ának csak 83,46%-a. Így a találmány szerinti
korong esetén a zárójelben látható G-arány értékeket az
összehasonlító korongok szemcse térfé-ára normáltuk, hogy az
összes felhasznált szemcse alapján ítélhessük meg a teljesít-
ményt.

11. példa

A találmány szerinti agglomerált csiszolószemcséket nagy
csiszolókorongok előállítására használtuk, hogy alátámasszuk az
ilyen korongok előállíthatóságát hozzáadott póruskeltők nélkül,
és a korongok alkalmazását a lassú előtolású csiszolásban.

Az agglomerált csiszolószemcsét (62. minta) forgó, szilícium-karbid csöves kalcinálókemencében állítottuk elő az 1. példa szerint. A berendezést az 1. ábra illusztrálja. Az agglomerálási eljárást légköri körülmények között folytattuk 1350 °C-on, a cső forgási sebessége 9 fordulat/perc volt, dőlési szöge 3 fok, az anyag betáplálási sebessége 6-10 kg/óra.

A 62. agglomerált csiszolószemcsét a 32A és 38A alumínium-oxid csiszolószemcse 50/50 arányú keverékével állítottuk elő, mindkettő mérete 60 grit (ugyanezeket a szemcséket alkalmaztuk az 1. és a 6. példában is), továbbá 5,0 tömeg% E kötőanyagot (a csiszolószemcse tömegére számítva) és 2,5 tömeg% Binder 3-t (50/50 tömegarányú keverék vízben, a csiszolószemcse tömege alapján) használtunk.

A forgó kalcinálókemencében végzett agglomerálás után az agglomerált csiszolószemcse mintákat szitáltuk, és mértük a laza illeszkedési sűrűséget (LPD), valamint a többi jellemzőt a fent leírt eljárásokkal. A használható szabadon folyó granulátum (definíció szerint -12 mesh/tál (-12 mesh to pan)) kitermelése 74,1 tömeg% volt a kalcinálás előtti kiindulási anyagra számítva. Az agglomerátum LPD-értéke 1,14 g/cm³, relatív sűrűsége 30,0% volt.

Ezeket a szinterelt agglomerátumokat viszonylag nagy (pl. 50,8 cm átmérőjű) lassú előtolású csiszolókorongok előállítására használtuk. Az ilyen méretű összehasonlító korongokat általában alumínium-oxid buborékkal vagy más szilárd vagy zárt cellás póruskeltőkkel állítják elő, amelyek a szerkezetet merevítik és megelőzik, hogy a korong formája besüllyedve torzuljon az égetés

során, amikor az elüvegesített kötés megolvad és megfolyik. Az alumínium-oxid buborékok különösen hatásosak a besüllyedés elkerülésében, de nem kívánatosak a csiszolókorong szerkezetében, mert zárt cellás porozitást alkotnak.

A csiszolókorongok előállításához az agglomerátumokat egy porrá tört elüvegesített kötéssel együtt, amely a 2. táblázatbeli C kötőanyagnak felelt meg és a folyékony Binder 3-mal egy keverőbe adagoltuk, hogy keveréket állítsunk elő. A korongokat ezután sajtoltuk a keverékből, szárítottuk, maximálisan 900 °C-ig égettük, osztályoztuk, felületfinomításnak vetettük alá, kiegyensúlyoztuk és ellenőriztük - a szakmában ismert ipari, csiszolókorong-gyártási eljárások szerint. Az égetett korongokat ezután 50,8x2,5x20,3 cm méretűre készítettük. A korongok égetése közben a találmány szerinti korongok mérsékelten, de iparilag elfogadható mértékben besüllyedtek.

A korongokat úgy állítottuk elő, hogy megfeleljenek az összehasonlító korongok térf%-os összetételének és sűrűségének, amely korongok keménysége a szabványos C és D fokozat közé esett a Norton Company keménységi skálája szerint.

A találmány szerinti és az összehasonlító korongok jellemzőit a 11-1. táblázat mutatja be. Bár a korongok százalékos összetétele és sűrűsége azt sugallta, hogy a korongok egyforma keménységűek lesznek, a rugalmassági modulusz azt támasztotta alá, hogy a találmány szerinti korongok puhábbak voltak az összehasonlító korongoknál. A levegőáteresztési értékek azt mutatják, hogy a találmány szerinti korongok porozitása - ellentétben az összehasonlító korongéval - nyitott,

ami lehetővé teszi a hűtőanyag szabad áramlását a korongban, valamint a forgácsolási hulladék könnyű eltávolítását a korong csiszolólapjáról.

11-1. táblázat. Csiszolókorongok

Korongminta	Korong-összetétel			Relatív levegő áteresz- tés ^b	Égetés utáni sűrűség, g/cm ³	Rugalmas- sági modulus, d/cm ² . 10 ¹⁰
	Agglom. térf%	Kötés térf%	Porozitás térf%			
Találmány szerinti agglomerátum 62	36,00	7,03	56,97	301,8	1,52	10,24
Összehasonlító	Szemcse térf%	Kötés térf%	Porozitás térf%			
38A605-D28VCF2	36,00	5,50	58,50	186,2	1,52	14,01

a) 36,0 térf% csiszolószemcse-tartalom mellett az összehasonlító korongok több térf% (kb. 1-2 térf%-kal több) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyek 36,0 térf% agglomerált szemcse és kötőanyag keveréket tartalmaztak.

b) A fluidum (levegő) áteresztés az 5 738 696 és az 5 738 697 számú amerikai egyesült államokbeli vizsgálati eljárással mértük. A relatív levegő-áteresztési értékek cm³/s/kPa egységben szerepelnek.

A korongokat lassú előtolású csiszolási műveletben teszteltük, amelyet a 7. példa ismertet, az összehasonlító lassú

előtolású csiszolókoronggal, amelyet a 11-2. táblázat ír le. Az összehasonlító korong szokásos ipari termék volt, gyártó: Saint-Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA. Ugyanolyan volt a mérete és máskülönben is összevethető volt a találmány szerinti korongokkal, de alumínium-oxid buborék töltőanyagot tartalmazott, nem pedig csiszolószemcse-agglomerátumot.

11-2. táblázat. Csiszolási tesztek eredményei

Korongminta	Asztal-sebesség, mm/s	MRR mm ³ /s/mm	Fajlagos energia, J/mm ³
Összehasonlító	2,1	6,7	56,6
	3,2	10,0	47,0
	5,3	16,5	39,2
Találmány szerinti	2,1	6,7	55,7
	3,2	10,0	46,5
	5,3	16,7	40,0

Az eredménynek azt mutatják, hogy a vizsgált méretű lassú előtolású csiszolókorong előállítható és alkalmazható zárt porozitású töltőanyag, például alumínium-oxid buborékok nélkül.

12. példa

Összehasonlítottuk a találmány szerinti csiszolókorongok sajtolása előtti és utáni agglomerátum-méreteloszlást, hogy megvizsgáljuk az agglomerátumok épségét és szilárdságát a csiszolókorong-előállítási eljárásban. Az agglomerátum méreteloszlását ezután összevetettük az agglomerátum előállításához használt csiszolószemcsék méreteloszlásával, hogy alátámasszuk: az agglomerátumok még a korongok sajtolása után is sok

csiszolószemcsét tartalmaztak.

Agglomerátumokat (63., 64. 65 minta) állítottunk elő a 2. példa szerint, azzal a kivétellel, hogy a hőmérsékletet állandóan 1200 °C-on (a 63. és 64. minta esetén), illetve 1300 °C-on tartottuk (a 65. minta esetén). Ezenkívül forgó kalcinálókemencét használtunk (Bartlett-Snow™, gyártó Alstom Power, Naperville, IL), amely 305 cm hosszú, 16,5 cm belső átmérőjű, egyedi, magas hőmérsékletű fémötvözet csővel volt felszerelve, amelynek 183 cm fűtött része négy hosszabályozott zónára oszlott. Az agglomerációs eljárást légköri körülmények között folytattuk, a cső forgási sebessége 9 fordulat/perc volt, dőlési szöge 2,5 fok, az anyag betáplálási sebessége 10-14 kg/óra. A berendezés lényegében azonos volt az 1. ábrán bemutatottal.

A 63., 64. és 65 agglomerátumos mintához használt csiszolószemcséket (gyártó: Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc.) és kötőanyagokat a 12-1. táblázat közli.

12-1. táblázat. Agglomerátum-készítmények

Mintaszám	Csiszolószemcse keverék tömeg% szemcseméret szemcsetípus	Kötőanyag	Kötőanyag, tömeg%
63	70/30 tömeg% 46 grit 86A alumínium-oxid/ 46 grit Norton SG szol-gél alumínium-oxid	C	4,5
64	50/50 tömeg% 46 grit 86A alumínium-oxid/	C	4,5

	46 grit Norton SG szol-gél alumínium-oxid		
65	46 grit 55A alumínium-oxid	A	4,5

A találmány szerinti korongok anyagát összekevertük, majd a 10. példa szerinti méretre és formára alakítottuk porított elüvegesített kötés-készítménnyel és folyékony Binder 3-mal. A 63. és 64. agglomerátumot tartalmazó korongokhoz használt kötés-készítmény megfelelt a C kötőanyagnak, a 65. agglomerátumot tartalmazó korongokhoz használt kötés-készítmény megfelelt az E kötőanyagnak, amelyet a 2. táblázat ismertet. Az agglomerátumok, kötés és porozitás térf%-át a 12-2. táblázat ismerteti.

Miután a korongokat nyomás alatt sajtoltuk, előállítottuk a nyers korongot, és ezeknek a korongoknak az égetése után a korong kötőanyagait folyóvízzel kimostuk a nyers korongszerkezetből, így az agglomerátumokat és a csiszolószemcséket visszanyertük. A visszanyert agglomerátumok és szemcsék méretét szitálással meghatároztuk (egy sor szitán átszitálva), majd minden egyes szitához meghatároztuk a tömeghányadot. Az eredményeket a 12-2. táblázat tartalmazza három különböző korong esetén.

12-2. táblázat. Az agglomerátumok méreteloszlása a korong sajtolása után

Korong- minta	Aggl. térf%	Kötés térf%	Poro- zítás térf%	Átl. kezdeti szemcse- méret μm	Átl. kezdeti aggl. méret μm	Kezdeti aggl. méret- eloszlás tartó- mány μm	Átl. agglom. méret sajtolás és mosás után μm	Sajtott agglom. méret- eloszlás tartó- mány μm
12-1	40	11,55	48,45	355	998	500-1700	824	355-1200
12-2	40	11,55	48,45	355	920	500-1700	767	355-1200
12-3	40	8,5	51,50	355	1035	500-1700	863	355-1200

Az 12-2. táblázat adatai azt mutatják a szinterelt agglomerátumok (feldolgozás előtti és utáni) méreteloszlása alapján, hogy sok csiszolószemcse maradt a szinterelt agglomerátumokban azután is, hogy csiszolószerszámot sajtolunk belőlük. Noha az agglomerátumok kezdeti mérete csekély százalékban csökkent (pl. 998-ról 824 μm -re, vagy 17%-kal a 12-1. minta esetén), az agglomerátumok többsége megtartotta eredeti méretét.

A szitálás utáni tömegfrakciók eloszlását az egyes minták esetén a 12-2a, 12-2b és 12-2c táblázat mutatja a 12-1., 12-2., illetve 12-3. mintákhoz.

12-2a. táblázat. Részecskeméret-eloszlás a 12-1. mintához

Szítaméret ASTM-E	Szítaméret ISO 565	Tömeg% a szitán		
	nyílásméret μm	Kezdeti szemcseméret- eloszlás	Kezdeti agglom- erátumméret- eloszlás	Sajtolás utáni agglomerátum- méret-eloszlás
70	212	0		
60	250	5		
50	300	28		
45	355	53		5,7
40	425	14		2,9
35	500		1,1	6,0
30	600	0	3,4	11,1
25	725		8,7	15,8
20	850		18,2	21,2
18	1000		29,0	20,9
16	1180		37,9	16,5
-10/+12	1700		0,9	0

A 12-2a. táblázat adatai azt mutatják, hogy a kezdeti szemcseminta méreteloszlásában a legnagyobb önálló szemcsék 425 μm méretűek. A kezdeti agglomerátum méreteloszlási adatai azt mutatják, hogy az összes agglomerátum nagyobb 425 μm -nél. A sajtolás és a mosás után a megmaradt, préselt agglomerátumok mind nagyobbak, mint 300 μm , és az agglomerátumok 91,4 tömeg%-a nagyobb, mint a legnagyobb, önálló szemcse (425 μm), ami alátámasztja, hogy a sajtolás után számos szemcse marad a szinterelt agglomerátumokban.

12-2b. táblázat. Részecskeméret-eloszlás a 12-2. mintához

Szítaméret ASTM-E	Szítaméret ISO 565	Tömeg% a szitán		
	nyílásméret μm	Kezdeti szemcseméret- eloszlás	Kezdeti agglo- merátumméret- eloszlás	Sajtolás utáni agglomerátum- méret-eloszlás
70	212	0		
60	250	5		
50	300	28		0
45	355	53	0	6,3
40	425	14	0,2	2,3
35	500		1,0	6,2
30	600	0	5,4	14,1
25	725		15,1	21,9
20	850		28,3	25,8
18	1000		31,2	17,3
16	1180		18,8	6,0
-10/+12	1700		0	0

A 12-2b. táblázat adatai azt mutatják, hogy a kezdeti szemcseminta méreteloszlásában a legnagyobb önálló szemcsék 425 μm méretűek. A kezdeti agglomerátum méreteloszlási adatai azt mutatják, hogy az agglomerátumok 99,8 tömeg%-a nagyobb 425 μm -nél. A sajtolás és a mosás után a megmaradt, préselt agglomerátumok mind nagyobbak, mint 300 μm , és az agglomerátumok 91,4 tömeg%-a nagyobb, mint a legnagyobb, önálló szemcse (425 μm), ami alátámasztja, hogy a sajtolás után számos szemcse marad meg.

12-2c. táblázat. Részecskeméret-eloszlás a 12-3. mintához

Szitaméret ASTM-E	Szitaméret ISO 565	Tömeg% a szitán		
		Kezdeti szemcseméret-eloszlás	Kezdeti agglomerátumméret-eloszlás	Sajtolás utáni agglomerátumméret-eloszlás
70	212	0		
60	250	5		
50	300	28		0
45	355	53	0	7,2
40	425	14	2,5	2,9
35	500		1,3	5,1
30	600	0	2,7	8,5
25	725		5,8	11,8
20	850		12,3	17,2
18	1000		24,3	21,5
16	1180		49,1	25,8
-10/+12	1700		1,9	0

A 12-2c. táblázat adatai azt mutatják, hogy a kezdeti szemcseminta méreteloszlásában a legnagyobb önálló szemcsék 425 μm méretűek. A kezdeti agglomerátum méreteloszlási adatai azt mutatják, hogy az agglomerátumok 97,5 tömeg%-a nagyobb 425 μm -nél. A sajtolás és a mosás után a megmaradt, préselt agglomerátumok mind nagyobbak, mint 300 μm , és az agglomerátumok 89,9 tömeg%-a nagyobb, mint a legnagyobb, önálló szemcse (425 μm), ami alátámasztja, hogy a sajtolás után számos szemcse marad meg.

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a találmány szerinti agglomerátumok elegendően szilárdak ahhoz, hogy állják az ipari csiszolókorongok sajtolási és kezelési műveleteit. A sajtolat

korongban levő csiszolószemcsék megtartják a kezdeti csiszolószemcse-agglomerátumokra jellemző háromdimenziós szerkezetet. Az agglomerátumok nagy százaléka (vagyis legalább 85 tömeg%) a csiszolószemcsék sokaságát őrzi a háromdimenziós alakzatban, amelynek mérete közel azonos, mint a kezelés és a sajtolás utáni szinterelt agglomerátumok kezdeti mérete.

13. példa

A találmány szerinti agglomerátumokkal előállított csiszolókorongok szerkezetét az összehasonlító csiszolókorongokéval vetettük össze, pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatokkal. Az összehasonlító korongok agglomerátumok nélkül voltak előállítva, de ugyanazt a csiszolószemcsét és kötőanyagot tartalmazták, ugyanolyan szemcse, kötés és porozitás térf%-ban, mint a találmány szerinti csiszolókorongok.

Agglomerátumokat (66. minta) állítottunk elő a 10. példa szerint, azzal a kivétellel, hogy a hőmérsékletet állandóan 1150°C-on tartottuk.

A 66. agglomerátumos minta 68,04 kg csiszolószemcsét (80 grit 32A alumínium-oxid szemcse, gyártó: Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc.) és 4,64 kg C kötőanyagot tartalmazott (ami 6,82 tömeg% kötőanyagot eredményezett a szinterelt agglomerátumban). A kötőanyagot Binder 3-ban diszpergáltuk (1,701 kg), mielőtt a szemcséhez adtuk volna.

A találmány szerinti korongokat a 10. példa szerint állítottuk elő a 66. agglomerátumos mintából. A Saint-Gobain Abrasives, Inc. cégtől szereztük be az összehasonlító

korongokat, amelyek a 32A80L8VFL jelzést viselték.

Az egyes korongok keresztmetszetéről 40-szeres nagyításban készítettünk felvételt. Ezeket a fotókat a 2. ábrán (találmány szerinti korong agglomerátumokkal) és a 3. ábrán (összehasonlító korong agglomerátumok nélkül) mutatjuk be. Látható, hogy az agglomerátumok és a pórusok szabálytalan és véletlenszerű formájúak és méretűek. Az összehasonlító korongnak sokkal rendezettebb és szabályosabb a szerkezete. Az agglomerátumokkal előállított korongokban kétféle pórus figyelhető meg: az agglomerátumokon belüli pórusok és a nagyobb, agglomerátumok közötti pórusok, amelyek különálló csatornákként jelennek meg az agglomerátumok között. A találmány szerinti korongok áteresztésének vizsgálatából megállapítottuk, hogy az agglomerátumok közötti pórusok össze vannak kötve, és az egész korongot áteresztővé teszik a fluidumok számára. Tehát a találmány szerinti csiszolókorongok olyan porozitást mutatnak, amely nagy mennyiségű összekötött porozitást tartalmaz (vagyis legalább 30 térf% összekötött porozitást), és előnyösen bimodális porozitás-eloszlás alakul ki a korongokban. A találmány szerinti csiszolókorongokat az jellemzi, hogy sokkal nyitottabb kompozit szerkezetet tartalmaznak, mint a hagyományos csiszolókorongok.

Amint a 2. és 3. ábrán látható, az agglomerátumok közötti pórusok maximális mérete kb. 220-szor nagyobb, mint az agglomerátumokon belüli pórusok maximális mérete. A pórusméret pontos aránya a korongok összetételének függvénye. 2-20 arány vonatkozik az olyan korongokra, amelyeket kb. 8-10 térf% kötéssel és kb. 260 mikron átlagos csiszolószemcse-mérettel

állítunk elő. Általában a találmány szerinti csiszolókorongok esetében, ahogy a kötés térf%-a ettől a tartománytól kezdve nő, az agglomerátumokon belüli pórusok kisebbek lesznek, de az agglomerátumok közötti pórusok megtartják maximális méretüket, amely nagyjából azonos az agglomerátumokban használt csiszolószemcsék maximális méretével. Ahogy a kötés térf%-a ettől a tartománytól kezdve csökken, az agglomerátumokon belüli pórusok viszonylag nagyobbak lesznek, de az agglomerátumok közötti pórusok megtartják maximális méretüket, amely nagyjából azonos az agglomerátumokban használt csiszolószemcsék maximális méretével.

Az agglomerátumokkal előállított korongok további mikroszkópos vizsgálatában, különösen akkor, ha az agglomerátumok legalább 6 tömeg% kötőanyagot tartalmaznak, megfigyeltük, hogy a hozzáadott kötőanyag tömeg%-ának növelése sokkal kisebb agglomerátumon belüli pórusokhoz vezet a korongszerkezetben. Például ha nagyobb a kötőanyag tömeg%-a és a kötés térf%-a, a méretarány 20-200-szor nagyobb lehet az agglomerátumok közötti pórusokra, mint az agglomerátumokon belüli pórusokra. Feltehető, hogy az agglomerátumokhoz adott kötőanyag a korongok keverése, sajtolása és hőkezelése alatt bejut az agglomerátumok intersticiális helyeire, ami szűkíti vagy elzárja az agglomerátumokon belüli porozitás egy részét, és csökkenti a bimodális póruseloszlást.

14. példa

Szinterelt agglomerátumokat állítottunk elő kemencés

eljárással a 14-1. táblázatban megadott anyagokból. A csiszolószemcse 100 grit (0,173 mm) méretű 38A alumínium-oxid szemcse volt, gyártó: Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc., Worcester, MA.

14-1. táblázat. Szinterelt agglomerátumok összetétele

Anyag	Az égetés előtti keverék tömeg%-a	Az agglomerátum tömeg%-a
A kötőanyag	2,85	3,0
Kötés	1,46	0,0
Dióhéjdarabkák	4,34	0,0
38A csiszolószemcse	91,35	97,0
Összesen	100,00	100,0

Az agglomerátum előállításához először a csiszolószemcsét és a dióhéjdarabkákat egy Hobart®-keverőben (N-50 laboratóriumi modell) összekevertük. Ezt a keveréket ezután hatásos mennyiségű folyékony szerves kötéssel (40 tömeg% folyékony állati ragasztó, 30 tömeg% porrá őrölt maleinsav és 30 tömeg% víz) nedvesítettük, hogy a kötőanyag por a szemcsékhez tapadjon. A részecskék nedvesítése után a kötőanyag-komponenseket tartalmazó porkeveréket (elüvegesített kötés-készítmény, amelynek kiégetett készítménye a korábban bemutatott „A kötőanyag”) beadagoltuk és az anyagokat összekevertük. A kötőanyag a nedvesített részecskékhez tapadt, és a keveréket ezután lazán szétterítettük egy kerámia égetőlapon.

A keveréket 1230 °C-on égettük négy órán át egy elektromos kemencében. Égetés után a szinterelt agglomerátumokat úgy állítottuk elő az égetett keverékből, hogy a keveréket egy

mozsárban mozsártörővel összetörtük. A szinterelt agglomerátumokat három méretre különítettük el amerikai egyesült államokbeli szabvány szerinti szitákkal, amelyeket rezgő szitaberendezésre szereltünk (Ro-Tap; RX-29 modell, W. S. Tyler Inc. Mentor, OH). A szinterelt agglomerátumok laza illeszkedési sűrűségét (LPD) amerikai nemzeti szabvány szerinti eljárással mértük, amelyet a csiszolószemcsék tömörsűrűségének meghatározására dolgoztak ki.

A méret szerinti szétválasztás után a szinterelt agglomerátumoknak háromdimenziós formájuk volt (háromszöges, kocka, téglá és sok más geometriai alak közül az egyik), méretüket és LPD-értéküket pedig a 14-2. táblázat mutatja.

14-2. táblázat. Méret szerint szétválasztott szinterelt agglomerátumok

Szinterelt agglomerátum-minta	Szemcseméret	Közelítő méret, mm (FEPA)	LPD, g/cm ³
14-1	-40/+50 mesh (300-425 μ m)	1,16 (46)	0,300-0,425
14-2	-50/+60 mesh (250-300 μ m)	1,33 (54-60)	0,250-0,300
14-3	-30/+40 mesh (425-600 μ m)	0,94 (36)	0,425-0,600

További agglomerátumokat állítottunk elő az eljárás kis változtatásával. Ezek a változtatások tartalmazták a következőket. Az előállított keveréket nedves szitálásnak vetettük alá dobozszitákon (8-12 mesh), az átszitált terméket tálcákon gyűjtöttük. A szitált anyagot ezután levegőn vagy kemencében

szárítottuk. Az anyagot kerámialapokra helyeztük. Az anyagot a kerámialapokon kiégettük periodikus vagy alagútkemencében, 1225-1280 °C-on, 30-360 percig. Az égetett anyagot eltávolítottuk a kerámialapokról és hengermalomban törtük agglomerátumokká.

A törött anyagot Ro-Tap berendezéssel választottuk szét a kívánt mérettartományokra.

Csiszolókorongok

A kész korongok mérete 7,6x1,34x3,2 cm volt. A korongok összetétele (az égetett korongok térf%-a), sűrűsége, levegőáteresztése, keménységi fokozata és rugalmassági modulusza a 14-3. táblázatban szerepel.

14-3. táblázat. Csiszolókorongok

Korongminta (agglomerátum minta ^a)	1. pl. agglom. térf%	Kötés térf% B kötés	Porozitás térf%	Relatív levegő- áteresztés ^b	Égetés utáni sűrűség, g/cm ³	Rugalmassági modulusz, d/cm ² . 10 ¹⁰	Fokozat
14-1	36	6,4	57,6	n/a	1,577	14,3	D
14-2	36	6,4	57,6	206	1,673	20,7	F
14-3	40	6,4	53,6	n/a	1,831	28,4	H
Összehasonlító minta 14-C1	0,0 (szemcse= 36 térf%)	5,5	58,5	115	1,564	12,9	D

a) Az agglomerátumok 97 tömeg% 100 grit méretű 38A alumínium-oxid szemcsét és 3 tömeg% A kötőanyagot tartalmaztak, és -40/+60 mesh (250-425 µm) részecskeméretre voltak szitálva.

b) A fluidum (levegő) áteresztés az 5 738 696 és az 5 738

697 számú amerikai egyesült államokbeli vizsgálati eljárással mértük. A relatív levegő-áteresztési értékek $\text{cm}^3/\text{s}/\text{kPa}$ egységben szerepelnek. (2,2 méretű fúvókát használtunk a berendezésen.)

c) 36 térf% csiszolószemcse mellett az összehasonlító korongok több térf% (vagyis 1-3 térf%-kal több) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyeket 36-40 térf% agglomerált szemcsével, kötőanyaggal és agglomerátumokon belüli porozitással állítottunk elő.

A találmány szerinti 1, 2 és 3 korongminta esetén a kötés elüvegesített kötőanyag volt, amely a 2. táblázat szerinti B kötőanyag égetett moláris összetételét tartalmazta. Az összehasonlító korongmintában a kötés a 2. táblázat szerinti A kötőanyag égetett moláris összetételét tartalmazta.

A találmány szerinti 1, 2 és 3 korongminta szinterelt agglomerátumait és kötés-keverékét Hobart-keverőben kevertük szárazon, öntőformákba töltöttük, hidegen sajtoltuk, és 735°C maximális hőmérsékleten égettük 4 órán át, hogy csiszolókorongokat állítsunk elő.

Az összehasonlító korongmintákat úgy állítottuk elő, hogy az elüvegesített kötés-komponenseket összekevertük a csiszolószemcsékkel egy Hobart-keverőben. Az összehasonlító mintában használt csiszolószemcse 100 grit ($125\ \mu\text{m}$) 38A alumínium-oxid csiszolószemcse volt, gyártó: Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc., Worcester, MA. Keverés után a keveréket öntőformákba öntöttük, préseltük és 1230°C -on égettük 4 órán át, hogy előállítsuk a csiszolókorongot.

14-A Csiszolási teszt

A találmány szerinti és összehasonlító korongokat belső átmérős (ID), lassú előtolású csiszolási tesztben vizsgáltuk, a következő körülmények mellett.

Csiszolási körülmények

Gép: Heald CF, OD/ID csiszológép

Üzem mód: belső átmérő (ID), lassú előtolású csiszolás

Korongsebesség: 6319 fordulat/perc, felületi sebesség 25 m/s

Munkadarab-sebesség: 20 fordulat/perc

Csiszolási mód: ID egyirányú köszörülés

Előtolási sebesség: 0,64 mm/1,27 mm az átmérőn

Hűtőanyag: Trim E210, 5% ionmentes vízzel (34 l/perc)

Munkadarab anyaga: 52100 acél, 10,2 cm ID x 1 cm, 62 Rc keménység

Forgó lemez: AX1440, komp. 0,0127 mm, 0,127 mm emelkedés, 2600 fordulat/perc

Ezekben a csiszolási menetekben mértük azt a maximális anyageltávolítási sebességet (MMR), amely a kiindulási munkadarab beégéséhez (vagy a kiindulási korong meghibásodásához) vezetett, és az eredményeket feljegyeztük. Ezeknek a csiszolási teszteknek az eredményét a 14-4. táblázat közli.

14-4. Csiszolási tesztek eredményei

Minta	MRR $\text{mm}^3/\text{s}/\text{mm}$	G-arány MRR/WWR	Fajlagos csiszolási energia, $\text{W}\cdot\text{s}/\text{mm}^3$	Csiszolhatóság $\text{mm}^3/\text{W}\cdot\text{s}$
összehasonlító korong	1,288	81,0	40	2,03
	2,482	40,4	67	0,60
	4,544	24,3	113	0,22
Max. MRR	5,662	2,9	123	0,02
14-1. korong	1,247	90,9	42	2,16
	2,534	85,5	69	1,24
	4,870	37,3	110	0,34
Max. MRR	6,680	5,7	145	0,04
14-2. korong	2,554	113,7	69	1,65
	4,921	76,1	131	0,58
	8,061	34,1	208	0,16
Max. MRR	11,116	10,9	265	0,04
14-3. korong	2,483	122,3	78	1,57
	5,111	79,4	132	0,60
	8,534	34,5	265	0,13
Max. MRR	11,545	10,0	340	0,03

Az eredmények szerint a találmány szerinti korongok az MRR tekintetében jobbak voltak, mint a legközelebb álló összehasonlító csiszolókorongok, és a jobb teljesítmény nem követelt nagyobb teljesítményfelvételt (fajlagos energia, $\text{W}\cdot\text{s}/\text{mm}^3$) vagy nem károsította a munkadarab felületét. A találmány szerinti korongok esetében javult a G-arány és a csiszolhatósági index.

Továbbá, a találmány szerinti korongok szinterelt

agglomerátumaiban használt szemcseméret kisebb volt, mint az összehasonlító korongokban használt szemcseméret. Ha minden más változó azonos, a kisebb szemcseméret rosszabb G-arányhoz és csiszolhatósági indexhez vezet. Tehát a találmány szerinti korongok jobb teljesítménye jelentős és váratlan.

14-B Csiszolási teszt

Ugyanazzal a korongminta-csoporttal egy második csiszolási sorozatot is végeztünk a következő felületcsiszolási körülmények között, 4340 acél munkadarabbal.

Csiszolási körülmények

Gép: Brown & Sharp Micr-a-Size csiszológép

Üzem mód: felületi lassú előtolású csiszolás

Korongsebesség: 6000 fordulat/perc

Asztalsebesség: 0

Függőleges előtolás (downfeed): 1270 mm

Előtolás (infeed): 1270 mm

Hűtőanyag: Trim VHPE 210, 1:20 arányban ionmentes vízzel (34 l/perc)

Munkadarab anyaga: 4340 acél, 51 Rc keménység, 95,4 mm hossz, 203,2 mm szélesség

Lehúzás: egyélű gyémántszerszám, komp. 0,025 mm, sebesség 254 mm/perc

14-5. Csiszolási teszteredmények

Minta	MRR $\text{mm}^3/\text{s}/\text{mm}$	G-arány MRR/WWR	Fajlagos energia, $\text{W}\cdot\text{s}/\text{mm}^3$	Csiszolhatóság, $\text{mm}^3/\text{W}\cdot\text{s}$
14-C1 összehasonlító korong				
1	3,032	*	49,46	*
2	4,500	54,1	41,3	1,311
3	7,597	10,5	72,53	0,144
14-1. korong				
1	3,045	32,7	51,61	0,635
2	4,510	23,2	82,50	0,281
3	7,597	33,4	32,00	1,045
14-2. korong				
1	2,987	160,8	57,86	2,780
2	4,548	163,9	40,53	4,043
3	7,597	83,4	30,34	2,750
14-3. korong				
1	3,052	27,4	52,34	0,523
2	4,577	164,9	53,73	3,069
3	7,742	10,7	56,11	0,190

* Ennél a csiszolási menetnél nem lehetett mérni a G-arányt és a csiszolhatóságot.

Az eredmények szerint a találmány szerinti korongok a G-arány és a csiszolhatósági index tekintetében jobbak voltak, mint a legközelebb álló összehasonlító csiszolókorongok, és a jobb teljesítmény nem követelt nagyobb teljesítményfelvételt vagy nem károsította a munkadarab felületét.

15. példa

További csiszolókorongokat állítottunk elő a 14. példa szerinti eljárással, azzal a kivétellel, hogy különböző típusú csiszolószemcséket és kötőanyagokat használtunk a szinterelt agglomerátum-mintákban. A csiszolókorongok agglomerátumainak összetételét a 15-1. táblázat mutatja be. A találmány szerinti korongokban olyan elüvegesített kötéseket alkalmaztunk, amelyek olvadáspontja legalább 150 °C-kal magasabb, mint a korongok előállításához használt agglomerátumokban levő kötőanyag olvadáspontja.

Az összes szinterelt agglomerátum 3 tömeg% kötőanyagot és 97 tömeg% szemcsét tartalmazott, és -20/+45 mesh részecske-méretre volt szitálva (355-850 μm).

A kész korongok 17,8x1,27x3,2 cm méretűek voltak. A korongok összetétele (a kiégetett korongok térf%-a), sűrűsége és rugalmassági modulusza a 15-1. táblázatban szerepel.

A találmány szerinti korongok kötése a 2. táblázatban szereplő B kötőanyag moláris összetételét tartalmazta. A kötéssel előállított korongokat 735 °C-on égettük 4 órán át. Az összehasonlító korongok elüvegesített kötése a 2. táblázatban szereplő C kötőanyag moláris összetételét tartalmazta. A kötéssel előállított korongokat 900 °C-on égettük 8 órán át. Az összehasonlító korongok, amelyeket szinterelt agglomerátumok nélkül állítottuk elő, 40 térf% csiszolószemcsét, és vagy 10,26 térf% (H keménységi fokozatú), vagy 6,41 térf% (F keménységi fokozatú) elüvegesített kötést tartalmaztak.

15-1. táblázat. Agglomerátumok és csiszolókorongok

Talál- mány sze- rinti korongmi nta (foko- zat)	Agglome- rátum Szemcse Szemcse- méret Kötőanyag	Agglo- merá- tum, térf%	Kö- tés, térf%	Porozitás, térf%	Relatív levegő áteresz- tés ^b	Égetés utáni sűrűség, g/cm ³	Rugalmas- sági modulusz, d/cm ² · 10 ¹⁰
15-1 (H)	32A-II 60 grit A kötő- anyag	40	10,3	49,7	139	1,847	27,8
15-2 (H)	Alomax® 60 grit A kötő- anyag	40	10,3	49,7	135	1,835	27,3
15-3 (H)	Norton G® 60 grit D kötő- anyag	40	10,3	49,7	93,9	1,850	29,6
15-4 (H)	Norton SG 60 grit D kötő- anyag	40	6,4	53,6	187	1,730	20,9
Össze- hason- lító minták, szem- cse= 40 térf%	Csiszoló- szemcse típus						
15-C1 (H)	Norton SG 60 grit	0,0	10,3	49,7	66,9	1,818	31,6
15-C2 (F)	Norton SG 60 grit	0,0	6,4	53,6	141	1,715	22,1
15-C3 (H)	Norton SG 46 grit	0,0	10,3	49,7	64,5	1,822	32,6
15-C4	Norton SG	0,0	6,4	53,6	169	1,736	23,1

(H)	60 grit						
15-C5	32A-II	0,0	10,3	49,7	60,5	1,832	32,5
(H)	60 grit						
15-C6	Alomax	0,0	10,3	49,7	64,5	1,837	31,9
(H)	60 grit						

a) 40 térf% csiszolószemcse-tartalom mellett az összehasonlító korongok több térf% (kb. 2-3 térf%-kal több) csiszolószemcsét tartalmaztak, mint a találmány szerinti korongok, amelyeket 40 térf% agglomerált szemcsével, kötőanyaggal és agglomerátumon belüli porozitással állítottunk elő.

b) A fluidum (levegő) áteresztés az 5 738 696 és az 5 738 697 számú amerikai egyesült államokbeli vizsgálati eljárással mértük. A relatív levegő-áteresztési értékek $\text{cm}^3/\text{s}/\text{kPa}$ egységben szerepelnek. (2,2 méretű fúvókát használtunk.)

Ezeknek a korongoknak a tulajdonságai, különösen a levegőáteresztési értékek egy korongkeménységi fokozaton belül, azt mutatják, hogy az agglomerált csiszolószemcsékből előállított találmány szerinti korongok szerkezetében több az összekötött porozitás, mint az összehasonlító korongokban, amelyekben ugyanolyan a porozitás térf%-a és a keménységi fokozat, azonos csiszolószemcsék és kötőanyagok mellett. Ezt a szerkezeti különbséget különböző korong keménységi fokozatok, különböző szemcse- és kötéstípusok és különböző csiszolószemcse-komponens térf%-ok mellett is megfigyeltük.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Kötött csiszolószerszám, amelynek szerkezete fluidum-áteresztő, és a szerszám tartalmaz

a) körülbelül 5-75 térf% szinterelt agglomerátumot, amely kötőanyaggal megtartott számos csiszolószemcsét tartalmaz, a kötőanyag olvadáspontja 500-1400 °C, és a szinterelt agglomerátumoknak háromdimenziós alakja és a szerszám előállítása előtt kezdeti méreteloszlása van;

b) kötést; és

c) körülbelül 35-80 térf% összes porozitást, a porozitás legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz;

azzal jellemezve, hogy a szerszám előállítása után a kötött csiszolószerszámban legalább 50 tömeg% szinterelt agglomerátum számos csiszolószemcsét tartalmaz háromdimenziós alakban megtartva.

2. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok laza illeszkedési sűrűsége $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$ a szerszám előállítása előtt.

3. A 2. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a kötés elüvegesített kötés.

4. A 3. igénypont szerinti elüvegesített kötésű csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szerszám az agglomerátumon belüli pórusok és az összekötött porozitás bimodális porozitás-eloszlását tartalmazza.

5. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok legalább 50 tömeg%-

ának a mérete a szerszám előállítása utáni kezdeti méret-eloszlásba esik.

6. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag tartalmaz egy anyagot, amely lehet elsősorban kerámiai anyag, elüvegesített anyag, elüvegesített kötés-készítmény vagy ezek kombinációja.*

7. A 6. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag olvadáspontja körülbelül 800-1300 °C.*

8. A 6. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag elüvegesített kötés-készítmény, amely 71 tömeg% SiO_2 és B_2O_3 , 14 tömeg% Al_2O_3 , kevesebb mint 0,5 tömeg% alkáliföldfém-oxid és 13 tömeg% alkálifém-oxid égetett oxid-készítményét tartalmazza.*

9. Az 5. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag kerámiai anyag, amely lehet szilícium-dioxid, alkálifém-, alkáliföldfém-, kevert alkálifém- és alkáliföldfém-szilikát, alumínium-szilikát, cirkónium-szilikát, hidratált szilikát, aluminát, oxid, nitrid, oxinitrid, karbid, oxi-karbid vagy ezek kombinációi és származékai.*

10. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitás előállításához a szerszám előállításakor nincs póruskeltő közeg alkalmazva.*

11. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötött csiszolószerszám maximális sűrűsége 2,2 g/cm³.*

12. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal*

jellemezve, hogy az összekötött porozitást tartalmazó szerszám relatív levegőáteresztési értéke (Q/P) $\text{cm}^3/\text{s}/\text{kPa}$ egységben legalább 10%-kal magasabb, mint egy összehasonlító kötött csiszolószerszám Q/P értéke, amely összehasonlító szerszám ugyanolyan csiszolószemcsékkel és kötőanyagokkal, továbbá ugyanolyan porozitás és kötés térf%-kal, de szinterelt agglomerátumok nélkül van előállítva.

13. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok átlagos mérete 2-20-szor nagyobb, mint a csiszolószemcsék átlagos mérete.

14. A 13. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok kezdeti mérettartománya 200-3000 mikrométer átlagos átmérő.

15. A 13. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a csiszolószemcsék mikrocsiszoló-szemcsék és a szinterelt agglomerátumok kezdeti mérettartománya 5-180 mikrométer átlagos átmérő.

16. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok átlagos átmérője nem nagyobb, mint az összekötött porozitás átlagos mérete, ha az összekötött porozitás maximálisan nyitott állapot mellett van mérve.

17. A 2. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szerszám 35-52 térf% szinterelt agglomerátumot, 3-13 térf% elüvegesített kötést és 35-70 térf% porozitást tartalmaz.

18. A 17. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal

jellemezve, hogy a kötés lehet szerves kötés vagy fémkötés.

19. Az 1. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szerszám továbbá legalább egy olyan komponenst tartalmaz, amely lehet másodlagos csiszolószemcse, töltőanyag, csiszolási segédanyag, póruskeltő közeg vagy ezek kombinációja.

20. Elüvegesített kötésű csiszolószerszám, amelynek szerkezete fluidum-áteresztő, és a szerszám tartalmaz

a) körülbelül 5-75 térf% szinterelt agglomerátumot, amely számos csiszolószemcsét tartalmaz kötőanyaggal, a kötőanyag A viszkozitású a kötőanyag olvadáspontján;

b) egy elüvegesített kötet, amely B viszkozitású a kötőanyag olvadáspontján, és a B viszkozitás legalább 33%-kal kisebb az A viszkozitásnál; és

c) körülbelül 35-80 térf% porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz.

21. A 20. igénypont szerinti elüvegesített kötésű csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a kötőanyag A viszkozitása 1180 °C-on kb. 34,5-5530 Pa·s.

22. A 20. igénypont szerinti elüvegesített kötésű csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy az elüvegesített kötőanyag B viszkozitása 1180 °C-on kb. 30-3700 Pa·s.

23. A 20. igénypont szerinti elüvegesített kötésű csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakjuk és kezdeti méreteloszlásuk van, és a szinterelt agglomerátumokat tartalmazó szerszámok előállítása után a szerszámban levő szinterelt

agglomerátumok legalább 50 tömeg%-a számos csiszolószemcsét tartalmaz háromdimenziós alakban megtartva, és a szinterelt agglomerátumok legalább 50 tömeg%-ának mérete a kezdeti méret-eloszlásba esik.

24. A 20. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szerszám maximális sűrűsége $2,2 \text{ g/cm}^3$.*

25. A 20. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag tartalmaz egy anyagot, amely lehet elsősorban kerámiai anyag, elüvegesített anyag, elüvegesített kötés-készítmény vagy ezek kombinációja.*

26. A 20. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag olvadáspontja $800-1300 \text{ }^\circ\text{C}$.*

27. A 20. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitás előállításához a szerszám előállításakor nincs póruskeltő közeg alkalmazva.*

28. A 20. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitást tartalmazó szerszám relatív levegőáteresztési értéke $(Q/P) \text{ cm}^3/\text{s/kPa}$ egységben legalább 10%-kal magasabb, mint egy összehasonlító kötött csiszolószerszám Q/P értéke, amely összehasonlító szerszám ugyanolyan csiszolószemcsékkel és kötőanyagokkal, továbbá ugyanolyan porozitás és kötés térf%-kal, de szinterelt agglomerátumok nélkül van előállítva.*

29. A 20. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok laza illeszkedési sűrűsége $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$ a szerszám előállítása előtt.*

30. Elüvegesített kötésű csiszolószerszám, amelynek

szerkezete fluidum-áteresztő, és a szerszám tartalmaz

a) körülbelül 5-60 térf% szinterelt agglomerátumot, amely számos csiszolószemcsét tartalmaz kötőanyaggal, a kötőanyag olvadáspontja A;

b) egy elüvegesített kötést, amelynek olvadáspontja B, és a B olvadáspont legalább 150 °C-kal alacsonyabb az A olvadáspontnál; és

c) körülbelül 35-80 térf% porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz.

31. A 30. igénypont szerinti elüvegesített kötésű csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakjuk és kezdeti méreteloszlásuk van, és a szinterelt agglomerátumokat tartalmazó szerszámok előállítás után a szerszámban levő szinterelt agglomerátumok legalább 50 tömeg%-a számos csiszolószemcsét tartalmaz háromdimenziós alakban megtartva, és a szinterelt agglomerátumok legalább 50 tömeg%-ának mérete a kezdeti méreteloszlásba esik.*

32. A 30. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szerszám maximális sűrűsége 2,2 g/cm³.*

33. A 30. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag tartalmaz egy anyagot, amely lehet elsősorban kerámiai anyag, elüvegesített anyag, elüvegesített kötés-készítmény vagy ezek kombinációja.*

34. A 30. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag A olvadáspontja 950-1300 °C.*

35. A 30. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitás előállításához a*

szerszám előállításakor nincs alkalmazva póruskeltő közeg.

36. A 30. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitást tartalmazó szerszám relatív levegőáteresztési értéke (Q/P) $\text{cm}^3/\text{s/kPa}$ egységben legalább 10%-kal magasabb, mint egy összehasonlító kötött csiszolószerszám Q/P értéke, amely összehasonlító csiszolószerszám ugyanolyan csiszolószemcsékkel és kötőanyagokkal, továbbá ugyanolyan porozitás és kötés térf%-kal, de szinterelt agglomerátumok nélkül van előállítva.*

37. A 30. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok laza illeszkedési sűrűsége $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$ a szerszám előállítása előtt.*

38. Kötött csiszolószerszám, amelynek szerkezete fluidumáteresztő, és a szerszám tartalmaz

- a) körülbelül 34-56 térf% csiszolószemcsét;
- b) körülbelül 3-25 térf% kötést; és
- c) körülbelül 35-80 térf% összes porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz,

ahol a szerszám lényegében nem tartalmaz porozitáskeltő közeget és olyan hosszúkás anyagokat, amelyek hossz- és keresztirányú méretének aránya legalább 5:1.

39. A 38. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a csiszolószemcsék 5-100 térf%-a olyan csiszolószemcséket tartalmaz, amelyek háromdimenziós szinterelt agglomerátumokban vannak megtartva, és a szinterelt agglomerátumok számos csiszolószemcsét tartalmaznak kötőanyaggal, és a kötőanyag olvadáspontja 500-1400 °C.*

40. A 38. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötés elüvegesített kötés.*

41. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag tartalmaz egy anyagot, amely lehet elsősorban kerámiai anyag, elüvegesített anyag, elüvegesített kötés-készítmény vagy ezek kombinációja.*

42. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitást tartalmazó szerszám relatív levegőáteresztési értéke (Q/P) $\text{cm}^3/\text{s/kPa}$ egységben legalább 10%-kal magasabb, mint egy összehasonlító kötött csiszolószerszám Q/P értéke, amely összehasonlító csiszolószerszám ugyanolyan csiszolószemcsékkel és kötőanyagokkal, továbbá ugyanolyan porozitás és kötés térf%-kal, de szinterelt agglomerátumok nélkül van előállítva.*

43. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok laza illeszkedési sűrűsége $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$ a szerszám előállítása előtt.*

44. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szerszám az agglomerátumon belüli pórusok és az összekötött porozitás bimodális porozitáseloszlását tartalmazza.*

45. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szerszám továbbá legalább egy olyan komponenst tartalmaz, amely lehet másodlagos csiszolószemcse, töltőanyag, csiszolási segédanyag vagy ezek kombinációja.*

46. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok kezdeti*

mérettartománya 200-3000 mikrométer átlagos átmérő.

47. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a csiszolószemcsék mikrocsiszoló-szemcsék és a szinterelt agglomerátumok kezdeti mérettartománya 5-180 mikrométer átlagos átmérő.*

48. A 39. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok átlagos átmérője nem nagyobb, mint az összekötött porozitás átlagos mérete, ha az összekötött porozitás maximálisan nyitott állapot mellett van mérve.*

49. A 40. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötött csiszolószerszám maximális sűrűsége 2,2 g/cm³.*

50. 5-75 térf% csiszolószemcse-agglomerátumot tartalmazó csiszolószerszám, amely úgy van előállítva, hogy a

a) a szemcsék és a kötőanyag, amely lehet főként elüvegesített kötőanyag, elüvegesített anyag, kerámiaanyag, szervetlen kötés, szerves kötés vagy ezek kombinációja, forgó kalcinálókemencébe van táplálva szabályozott betáplálási sebesség mellett;

b) a kemence szabályozott sebességgel van forgatva;

c) a keverék a betáplálási sebesség és a kemence sebessége által meghatározott fűtési sebességgel van felfűtve körülbelül 145-1300 °C-ra

d) a keverék addig van forgatva a kemencében, amíg a kötőanyag a szemcsékhez nem tapad, és a szemcsék összetapadva számos szinterelt agglomerátumot nem hoznak létre;

e) a szinterelt agglomerátumok el vannak távolítva a kemencéből, a szinterelt agglomerátumok számos csiszolószemcsét tartalmaznak, amelyet kötőanyag köt össze, a szinterelt agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakjuk van és laza illeszkedési sűrűségük $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$;

f) a szinterelt agglomerátumokból formázott kompozit test van sajtolva; és

g) a formázott kompozit testből hőkezeléssel csiszolószerszám van előállítva.

51. Az 50. igénypont szerinti csiszolószerszám, amely előállításakor továbbá a szinterelt agglomerátumok kötőanyaggal vannak keverve agglomerátum-keverék előállítása érdekében.

52. Az 51. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag elüvegesített kötőanyag.*

53. Az 52. igénypont szerinti elüvegesített kötésű csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy az elüvegesített kötés kötéségeti hőmérséklete legalább 150 °C-kal alacsonyabb, mint a a kötőanyag olvadáspontja.*

54. Az 50. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag tartalmaz egy anyagot, amely lehet elsősorban kerámiai anyag, elüvegesített anyag, elüvegesített kötés-készítmény vagy ezek kombinációja.*

55. Az 54. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag olvadáspontja körülbelül 800-1300 °C.*

56. Az 55. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, *azzal jellemezve, hogy a kötőanyag viszkozitása körülbelül 3-*

5530 Pa.s a kötőanyag olvadáspontján.

57. Az 55. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a kötőanyag elüvegesített kötészítmény, amely 71 tömeg% SiO_2 és B_2O_3 , 14 tömeg% Al_2O_3 , kevesebb mint 0,5 tömeg% alkáliföldfém-oxid és 13 tömeg% alkálifém-oxid égetett oxid-készítményét tartalmazza.

58. Az 54. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a kötőanyag kerámiai anyag, amely lehet szilícium-dioxid, alkálifém-, alkáliföldfém-, kevert alkálifém- és alkáliföldfém-szilikát, alumínium-szilikát, cirkónium-szilikát, hidratált szilikát, aluminát, oxid, nitrid, oxinitrid, karbid, oxi-karbid vagy ezek kombinációi és származékai.

59. Az 50. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitás előállításához a szerszám előállításakor nincs póruskeltő közeg alkalmazva.

60. Az 50. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szerszám továbbá körülbelül 35-80 térf% összes porozitást tartalmaz, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz.

61. Az 52. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a csiszolószerszám maximális sűrűsége $2,2 \text{ g/cm}^3$.

62. Az 50. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok átlagos mérete 2-20-szor nagyobb, mint a csiszolószemcsék átlagos mérete.

63. Az 50. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám,

azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok kezdeti mérettartománya 200-3000 mikrométer átlagos átmérő.

64. Az 50. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a csiszolószemcsék mikrocsiszoló-szemcsék és a szinterelt agglomerátumok kezdeti mérettartománya 5-180 mikrométer átlagos átmérő.

65. A 60. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy az összekötött porozitást tartalmazó szerszám relatív levegőáteresztési értéke (Q/P) $\text{cm}^3/\text{s/kPa}$ egységben legalább 10%-kal magasabb, mint egy összehasonlító kötött csiszolószerszám Q/P értéke, amely összehasonlító csiszoló-szerszám ugyanolyan csiszolószemcsékkel és kötőanyagokkal, továbbá ugyanolyan porozitás és kötés térf%-kal, de szinterelt agglomerátumok nélkül van előállítva.

66. Az 51. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szerszám 35-52 térf% szinterelt agglomerátumot, 3-13 térf% elüvegesített kötést és 35-70 térf% porozitást tartalmaz.

67. Az 50. igénypont szerinti kötött csiszolószerszám, azzal jellemezve, hogy a szerszám továbbá legalább egy olyan komponenst tartalmaz, amely lehet másodlagos csiszolószemcse, töltőanyag, csiszolási segédanyag, póruskeltő közeg vagy ezek kombinációja.

68. Csiszolási eljárás, azzal jellemezve, hogy

a) kötött csiszolószerszámot állítunk elő, amelynek szerkezete fluidum-áteresztő, és a szerszám tartalmaz

1) 5-75 térf% szinterelt agglomerátumot, amely

kötőanyaggal megtartott számos csiszolószemcsét tartalmaz, a kötőanyag olvadáspontja 500-1400 °C, és a szinterelt agglomerátumoknak háromdimenziós alakja és a szerszám előállítása előtt kezdeti méreteloszlása van;

2) kötést; és

3) körülbelül 35-80 térf% összes porozitást, a porozitás legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz;

ahol a szerszám előállítása után a kötött csiszolószerszámban legalább 50 tömeg% szinterelt agglomerátum számos csiszolószemcsét tartalmaz háromdimenziós alakban megtartva;

b) a kötött csiszolószerszámot érintkezésbe hozzuk a munkadarabbal; és

c) a munkadarab felületét a kötött csiszolószerszámmal csiszoljuk.

69. Csiszolási eljárás, azzal jellemezve, hogy

a) kötött csiszolószerszámot állítunk elő, amelynek szerkezete fluidum-áteresztő, és a szerszám tartalmaz

1) körülbelül 34-56 térf% csiszolószemcsét;

2) körülbelül 3-25 térf% kötést; és

3) körülbelül 35-80 térf% összes porozitást, amely legalább 30 térf% összekötött porozitást tartalmaz; a szerszám lényegében nem tartalmaz porozitáskeltő közeget és olyan hosszúkás anyagokat, amelyek hossz- és keresztirányú méretének aránya legalább 5:1;

b) a kötött csiszolószerszámot érintkezésbe hozzuk a munkadarabbal; és

c) a munkadarab felületét a kötött csiszolószerszámmal

csiszoljuk.

70. Eljárás csiszolószemcsék agglomerálására, azzal jellemezve, hogy

a) a szemcséket és a kötőanyagot, amely lehet elsősorban elüvegesített kötőanyag, elüvegesített anyag, kerámiaanyag, szervesetlen kötés, szerves kötés vagy ezek kombinációja, forgó kalcinálókemencébe tápláljuk szabályozott betáplálási sebesség mellett;

b) a kemencét szabályozott sebességgel forgatjuk;

c) a keveréket a betáplálási sebesség és a kemence sebessége által meghatározott fűtési sebességgel felfűtjük körülbelül 145-1300 °C-ra

d) a szemcséket és a kötőanyagot addig forgatjuk a kemencében, amíg a kötőanyag a szemcsékhez nem tapad, és a szemcsék összetapadva számos szinterelt agglomerátumot nem hoznak létre; és

e) a szinterelt agglomerátumokat eltávolítjuk a kemencéből, ahol a szinterelt agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakja van, laza illeszkedési sűrűségűek, amely $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$, és sok csiszolószemcsét tartalmaznak.

71. A 70. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy továbbá a csiszolószemcsékből és a kötőanyagból egyenletes keveréket állítunk elő, majd a keveréket forgó kalcinálókemencébe tápláljuk be.

72. A 70. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a keveréket a fűtött kemencében körülbelül 0,25-2,0 órán át forgatjuk.

73. A 70. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok 2-20-szor nagyobb méretűek, mint a csiszolószemcsék.

74. A 70. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a kemencét körülbelül 0,5-5 fokos hajlásszöggel megdöntjük.

75. A 70. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a kemencét 0,5-10 fordulat/perc sebességgel forgatjuk.

76. A 71. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a keveréket a kemencébe körülbelül 5-910 kg/h betáplálási sebességgel adagoljuk be.

77. A 71. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a keverék betáplálási sebességét úgy állítjuk be, hogy a keverék a kemence térfogatának 8-12 térf%-át foglalja el.

78. A 70. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a szinterelt agglomerátumok minimális törési szilárdsága 0,5-50 törési hányad a tömörítési vizsgálatban.

79. A 71. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a keverék továbbá tartalmaz legalább egy komponenst, amely lehet másodlagos csiszolószemcse, töltőanyag, csiszolási segédanyag, póruskeltő közeg vagy ezek kombinációja.

80. A 71. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a keverék továbbá póruskeltő anyagot tartalmaz, amely lehet üreges üveggömb, őrölt dióhéj, műanyagból vagy szerves vegyületből álló üreges gömb vagy gyöngy, habosított üvegrészecske, mullit buborék és alumínium-oxid buborék vagy ezek kombinációja.

81. A 70. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve,

hogy a szemcséket és a kötőanyagot 800-1200 °C-ra melegítjük a kemencében.

82. A 81. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a hőmérséklet elég magas ahhoz, hogy a kötőanyag megolvadjon és megfolyjon, és a megolvadt kötőanyag viszkozitása legalább 30 Pa·s.

83. A 71. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az egyenletes keveréket agglomeráljuk, hogy nyers agglomerátumokat állítsunk elő, és a nyers agglomerátumokat a forgó kalcinálókemencébe tápláljuk be.

84. Szinterelt csiszolószemcse-aggregátumok, amelyek úgy vannak előállítva, hogy

a) a szemcsék és a kötőanyag forgó kalcinálókemencébe vannak betáplálva szabályozott betáplálási sebesség mellett;

b) a kemence szabályozott sebességgel van forgatva;

c) a keverék a betáplálási sebesség és a kemence sebessége által meghatározott fűtési sebességgel fel van fűtve körülbelül 145-1300 °C-ra

d) a szemcsék és a kötőanyag addig vannak forgatva a kemencében, amíg a kötőanyag a szemcsékhez nem tapad, és a szemcsék összetapadva számos szinterelt agglomerátumot nem hoznak létre; és

e) a szinterelt agglomerátumok el vannak távolítva a kemencéből,

ahol a szinterelt agglomerátumoknak kezdeti háromdimenziós alakja van, laza illeszkedési sűrűségűek, amely $\leq 1,6 \text{ g/cm}^3$, és sok csiszolószemcsét tartalmaznak.

85. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, amelyek továbbá legalább egy olyan komponenst tartalmaznak, amely lehet másodlagos csiszolószemcse, töltőanyag, csiszolási segédanyag, póruskeltő közeg vagy ezek kombinációja.

86. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, *azzal jellemezve, hogy* a kötőanyag tartalmaz egy anyagot, amely lehet elsősorban elüvegesített kötőanyag, elüvegesített anyag, kerámiai anyag, szervetlen kötés, szerves kötés, szerves kötőanyag, fém kötőanyag vagy ezek kombinációja.

87. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, amelynek előállításakor továbbá a csiszolószemcsékből és a kötőanyagból egyenletes keverék van előállítva, majd a keverék be van táplálva a forgó kalcinálókemencébe.

88. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, *azzal jellemezve, hogy* a szinterelt agglomerátumok átlagos mérete 2-20-szor nagyobb, mint a csiszolószemcsék átlagos mérete.

89. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, *azzal jellemezve, hogy* a szinterelt agglomerátumok kezdeti mérettartománya 200-3000 mikrométer átlagos átmérő.

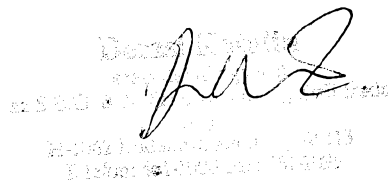
90. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, *azzal jellemezve, hogy* a csiszolószemcsék mikrocsiszoló-szemcsék és a szinterelt agglomerátumok kezdeti mérettartománya 5-180 mikrométer átlagos átmérő.

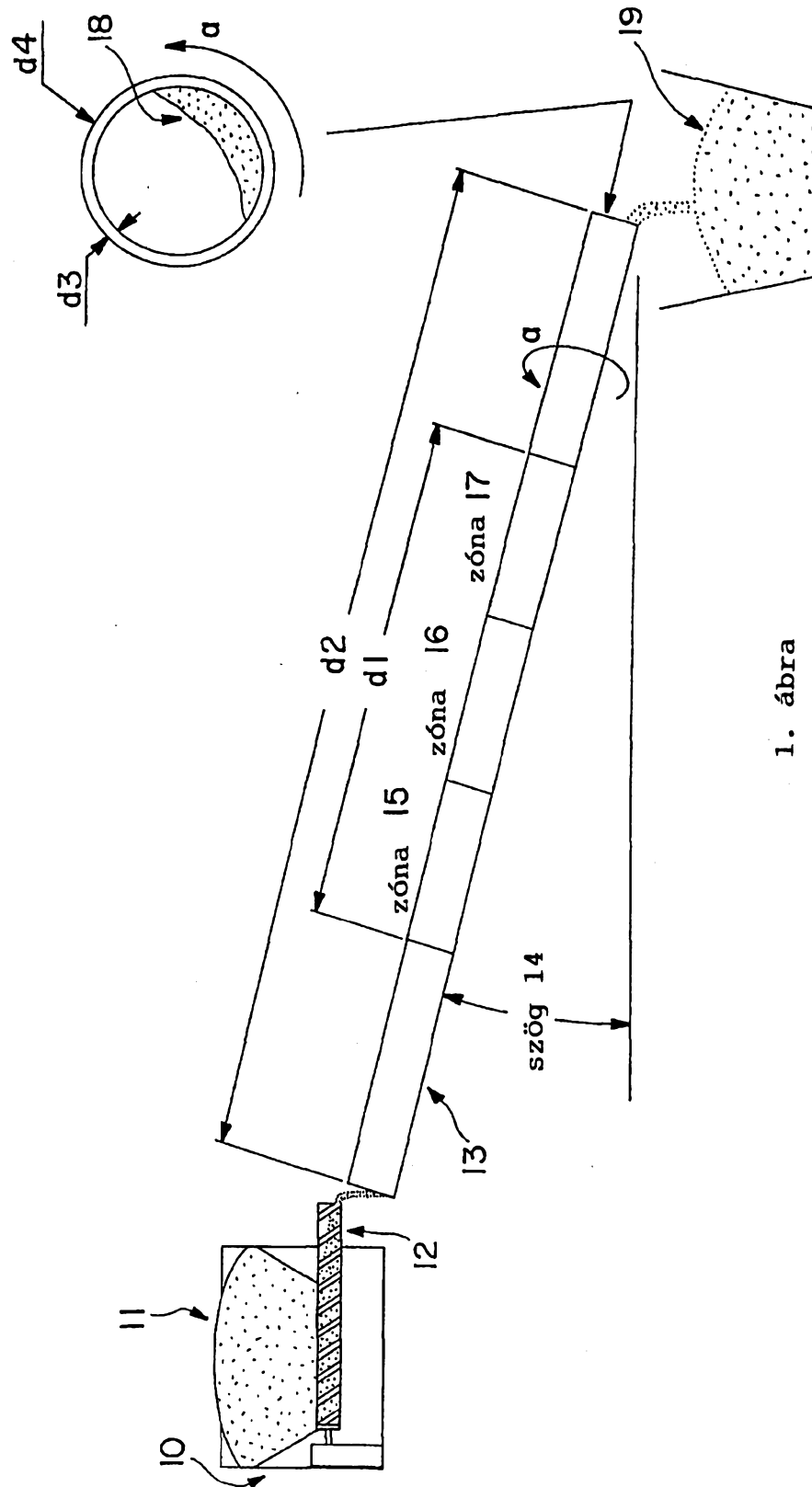
91. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, *azzal jellemezve, hogy* az agglomerált granulátum körülbelül 30-88 térf% porozitást tartalmaz.

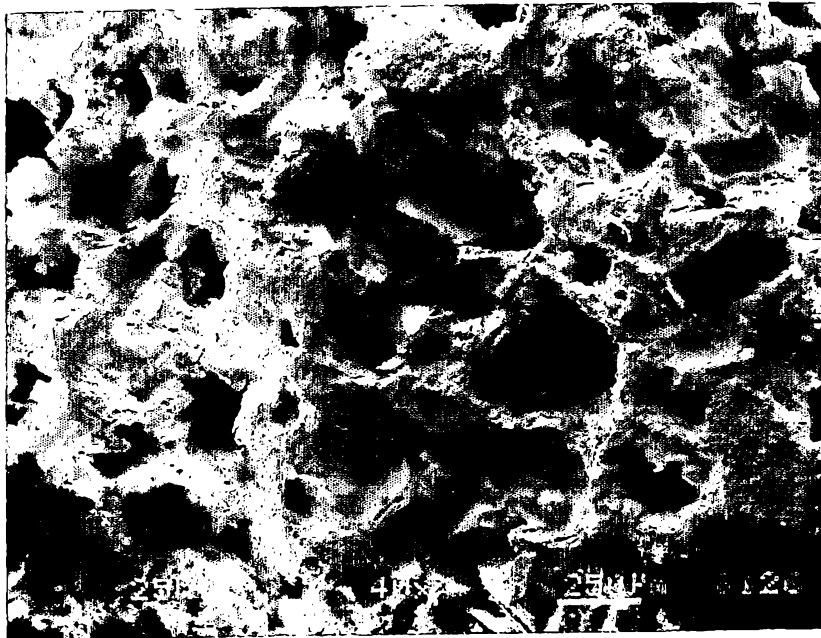
92. A 91. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, azzal jellemezve, hogy a porozitás legfeljebb 75 térf%-a összekötött porozitást tartalmaz.

93. A 84. igénypont szerinti szinterelt agglomerátumok, azzal jellemezve, hogy az agglomerátumok relatív sűrűsége - a folyadékkiszorítási térfogat eljárásával mérve, valamint az agglomerátumok térfogatának és az agglomerátumok előállításához használt csiszolószemcsék és kötőanyag látszólagos térfogatának arányával kifejezve - legfeljebb 0,7.

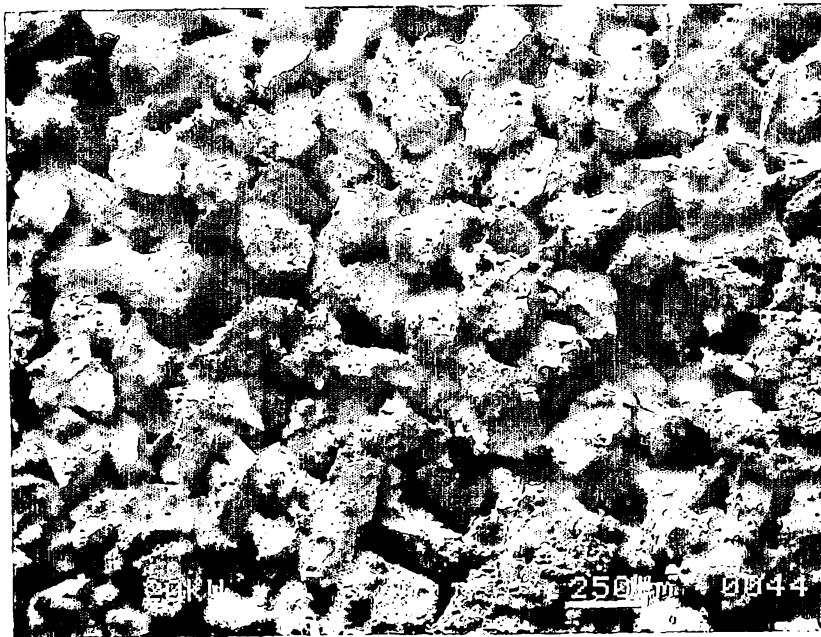
A meghatalmazott:

The block contains a handwritten signature in dark ink, which appears to be 'J. K.' or similar. Below the signature is a circular official stamp. The text within the stamp is partially legible and includes 'BUDAPESTI ÉRTÉKPAPÍR-ÉRTÉKESÍTŐ RÖG. TÁRSASÁG', 'KÖZVETLEN ELŐADÁS', and '1950. ÉVI TÁRSASÁGI ÉRTÉKESÍTŐ RÖG. TÁRSASÁG'. The stamp is somewhat faded and the text is difficult to read in full.





2. ábra



3. ábra

A technika állása szerint