

145045



礦產普查勘探叢書

铸型用砂

Н. А. 布雷茲加洛夫 П. А. 伊 万 諾 夫 著
А. Л. 杜 曼 斯 基 Н. Ю. 費 多 羅 夫



18

地质出版社

礦產普查勘探叢書

鑄 型 用 砂

Н. А. 布雷茲加洛夫 П. А. 伊萬諾夫 合 著
А. Л. 杜曼斯基 Н. Ю. 費多羅夫

藍 仁 俠 王 立 文 合 譯

地質出版社

1958·北京

ОЦЕКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКАХ
Выпуск 3
ФОРМОВОЧНЫЕ ПЕСКИ

Госгеолиздат

1949

本書專供地質工作者在評價新礦產地時之用。由藍仁俠、王立文翻譯，楊耿賢及胡倫旗等校閱。

礦產普查勘探叢書(第拾叁号)

鑄型用砂

著者 H. A. 布雷茲加洛夫等

譯者 藍仁俠 王立文

出版者 地質出版社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業登記證出字第050号

發行者 新華書店

印刷者 地質印刷厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

印數(京)1—1,200册

1958年2月北京第1版

開本31"×43¹¹/₂"

1958年2月第1次印刷

字數90,000

印張4

定價(10)0.55元

目 錄

原 序

第一章 概 論

鑄型用砂的重要工藝性能	7
鑄型用砂的天然性能	12
鑄型用砂的標準	17
各種砂子在各種鑄造上的應用	19
鑄型用砂的研究方法	23
鑄型用砂開采方法簡述	29
鑄型用砂的加工	30

第二章 鑄型用砂礦床的成因類型及其在蘇聯的分布

海成砂	32
湖成砂	42
岸堤砂	44
三角洲和大陸瀉湖砂	44
風成砂	48
沖積砂	50
殘積砂	54
坡積砂	55
冰川砂	55

第三章 鑄型用砂礦床的工業類型

質量穩定的層狀礦床	59
質量不穩定的層狀礦床	63
質量不穩定的透鏡狀礦床	65
質量不穩定的各種形狀礦床	68

第四章 地質普查工作中对鑄型用砂礦床的远景評价

踏勘普查工作.....	69
普查勘探.....	73
砂子的取樣、質量鑑定和編錄.....	75

第五章 由詳細勘探結果而進行鑄型用砂礦床的工業評价

勘探的任务.....	77
礦床勘探工作的性質.....	77
勘探工程掘鑿和支护的特点.....	81
取樣.....	85
采樣方法.....	86
勘探工作中砂子質量的鑑定.....	88
儲量計算和分类.....	89
对鑄型用砂礦床進行初步評价的准則.....	94
参考文献.....	98

原 序

本書是工作方法叢書之一。所謂工作方法，系指評價最主要礦產產地所積累起來的經驗的系統化。本叢書編輯的目的是專供地質工作者在初次遇到評價新資源問題時之用。

地質工作者對礦產產地的評價，其內容包括確定礦產的質量、儲量及勘探和開發的條件。隨礦床研究程度的不同，評價可分為：（1）遠景評價，即確定產地作為普查和勘探工作對象的價值；（2）工業評價，此項評價是在勘探工作的成果上進行，並須給開發和原料加工的企業提供設計資料。

在設計過程中必須做一些必要的經濟計算。計算用的原始地質資料，應當在勘探時獲得。本叢書所涉及的經濟知識，僅僅作為設計時的一種方針，不能認為是決定性的意見。

由於自然現象千差萬別，礦床特性各不相同，無從提供一套現成的評價方法。因此，方法問題是本書的主要內容，解決這個問題的例子基本上是引自我們本國豐富的實際工作。

“礦產普查勘探叢書”共分19冊。10冊是金屬礦物原料，9冊是非金屬礦物原料。

由於本叢書所涉及的問題非常複雜，用以說明工作方法的材料範圍又十分廣泛，個別的缺點和不夠的地方在所難免。編者希望讀者能把所發現的所有缺點通知我們，以便再版時有可能予以更正。

第一章 概 論

礦物成因的碎屑物質，未被膠結且适于制造鑄模和坭心者，称为鑄型用砂。它基本上是由石英顆粒和混有數量不大于50%之粘土顆粒所組成，而其特征是顆粒在一套标准篩（國定标准 2138—46）中的相鄰篩号上，有一定數量的集中。

鑄造材料 將熔化了的金屬澆注到事先准备好的模型中去，往往是制造形狀复雜、尺寸很大的零件最快和最便宜的方法。所以，鑄造在現代化机器制造業中得到了極广泛的应用。生鐵、鋼、鋁、鎂和銅的合金皆可用作鑄造材料。

灰口鐵的用途最广，因为它具有很好的鑄造性能，并且价格低廉，通常称它为鑄鐵。灰口鐵中的主要雜質是碳（多呈石墨状态）和砂。灰口鐵的熔点因成分不同，平均介于 1150° — 1250° 之間。澆注前它的溫度达 1400° 。

鋼通常含有0.2—0.4%的碳，它所含的其他雜質与鑄鐵所含的雜質相同，但其所含的數量，要比鑄鐵小得多，鋼的熔点为 1350° — 1480° 。

鋁和銅、鋅、鎳、鎂、砂等的各种合金的平均熔点是 550° — 700° 。澆注溫度达 800° 。

所謂琥珀金的鎂合金开始極大量的应用，特別是应用在航空工業中。鋁、錳、銅、鎳、砂等作为鎂的附加材料。鎂合金的熔点为 590° — 650° ，澆注溫度为 700° — 820° 。

銅合金是由銅和鋅（黃銅）或銅和錫（青銅）組成的。

除了主要的附加材料（鋅和錫）外，銅的合金中还混入許多其他元素（鎂、鋁、鎳、砂等）。銅合金的平均熔点为 875° — 1050° 。澆注溫度达 1200° 。

制造鑄件的方法 將熔化的金屬澆注到模型中，有的模型只能使

用一次，有的模型能使用許多次。在前一種情況下，要將金屬澆注到所謂的砂型中，即澆注到基本上是由砂子和粘土制成的模型中。這種模型的大小和輪廓要適合於所需要的鑄件的大小和輪廓，並要估計到金屬在冷卻時的收縮，為了使鑄件有一個不被金屬所填充的空心，要在模型中安置一個砂心。砂心也是用砂子製造的，但這種砂子含有有機物作粘結劑。這樣的砂心稱為“坭心”。鑄件冷卻後，模型和坭心都要破壞掉，以便取出鑄件。這是製造鑄件的最簡單和最常用的方法。這種方法的缺點是：必須每次製造一個新的模型。為了避免每次做新模型，在某種情況下可以製造一種所謂的半永久式的模型，它可以使用許多次。這種模型通常是用耐火粘土和粘土混合起來製造的。常常還在混合物中加石棉、水玻璃和其他成分。在這樣的模型中可以鑄造幾百個鑄件，但是製造這種模型是複雜的，並且只能在鑄造輪廓簡單的鑄件才使用它。

用金屬模（冷模）可鑄造大量的鑄件（達數萬個）。用半永久式的模型和冷模鑄造時，在某些情況下也用砂制的坭心。

鑄型用砂的重要工藝性能

為了適用，鑄型和坭心混合材料應具有某些特定的性能，其中最主要的是：（1）強度；（2）透氣性；（3）耐火性；（4）不易粘砂性；（5）可塑性；（6）流動性。

次要的是：金屬冷卻時鑄型混合材料的柔韌性、導熱性及使用期限等。

強度 根據國定標準2189-43的規定，所謂強度，就是鑄型混合材料能保持所賦予它的形狀，在外力作用下不被破壞。

強度的大小決定於許多因素，其中最重要的是：粘土物質或某種其他粘結物質的數量、石英砂（鑄型混料的主要成分）顆粒的大小和形狀及鑄型混料中的含水量。

一般說來，當鑄型混合材料僅是由石英砂組成時，後者在濕潤狀態下就要被水的薄層所覆，水層的表面張力作用能促使顆粒彼此靠近。顆粒愈小，其總表面就愈大，相應地顆粒間的引力也就愈大。此外，

随着顆粒的縮小，它們的接触点数就要增多，結果就会增大它們之間的机械內聚力，因此，随着顆粒的縮小，鑄型混料的強度就增加。但是，为此顆粒上的水層須符合于一定的厚度。如果水量少于所需要的，液体層的厚度不够，強度也就不足；如果水量多于所需要的，液体層的厚度超过最大極限，強度則降低。因此，随着顆粒的縮小，須相应地增填水份，才能达到应得的強度。水份不足时可能發生：小顆粒造成的強度要小于大顆粒造成的強度。

顆粒的形狀能影响鑄型混料的強度。由帶角的顆粒組成的鑄型混料的強度比由圓滑顆粒組成的鑄型混料的強度大。这是因为：帶角的顆粒相互咬合得較好，其內聚面較大。

粘土砂或鑄型混料中的砂粒通常被粘土的薄層所包覆，而粘土在湿潤时就能將砂粒联接起來，这就是这种型砂強度大的原因。

除了湿潤状态以外，混料在干燥状态下，它也应具有同样的強度。这种強度的原因尚沒完全清楚。有些人常常用膠体的存在來解釋这种強度，說当水份消失后膠体硬化变为凝膠。П.П.別尔格(Берг)認為：干燥状态下的強度也可用微粒的机械內聚力來解釋，因为內聚力是随微粒的分散程度而增加的。最近已开始研究在金屬的澆鑄溫度下型砂的強度。

除了在湿潤或干燥的状态下型砂具有強度外，它的所謂的表面強度(即將模型面上的砂粒堅固地保持住的能力)也具有很重要的意义。用表面強度小的混料制成的鑄模往往具有很大的抗压和抗斷強度；但是，当有少許的外力(震動、推撞、摩擦)时，有些砂粒就要从試樣上脫落下來，脫落最厉害的便是凸出部分——稜和角。当向这种模型澆注金屬时，个别的顆粒可能与金屬混在一起，因而在鑄件中就会形成所謂的夾渣。脫落現象的原因尚未研究清楚。可能，它与粘土砂或型砂中的粘土的脫水作用的性質有关。例如，在低溫下失去了大量結構水的粘土(膨潤土)和砂子混在一起，則能得到一种脫掉得很嚴重的型砂。高嶺土中的結構水在 350° 以上，即在烤干模型和坭心的溫度以上才能分解，所以它能制成一种不大脫落的型砂。

透氣性 所謂透氣性，就是型砂或砂子透氣的性能，当往模型中

澆注時，被溶解在熔化金屬里的气体，就能從金屬中分離出來。此外，當熱金屬與潮濕的模型接觸時，由模型中也能分泌出水蒸氣。這種有機的粘結物質和附加材料（炭末、鋸屑等）燃燒時也能產生氣體。如果這些氣體和水蒸氣不能經過型壁和坭心壁排出，它們就能在鑄件中呈氣泡狀態存在，造成所謂的气孔，這些气孔是產品報廢的原因之一。氣體在型壁上找不到出口時，它就要冲破澆口（通過它才能將金屬澆到模型中），于是就能引起金屬的沸騰，而且，有時能使金屬冒出模型。

透氣性有兩種：基本透氣性，指沖洗掉粘土成分^①後烘干的砂子的透氣性；一般透氣性，指含有不同量的粘土成分和水份的砂子和混料的透氣性；或簡稱透氣性，一般指在含有不同量的水份時測出的透氣性。

在蘇聯，往往不測定石英砂的基本透氣性，而測定沒洗掉粘土成分的干砂的透氣性。這種透氣性，一般說來，與基本透氣性無大區別；但是測定手續簡便，因而這種方法在采礦場進行試驗時具有很重要的意義。

基本透氣性，也就是洗掉粘土的顆粒的透氣性，取決於顆粒的大小、均勻性和形狀。顆粒愈大，砂子的透氣性愈高，因為大顆粒間的通氣孔比小顆粒間的通氣孔大。顆粒大小的均勻性對砂子的透氣性有極大的影響。在其他條件相同的情況下，砂粒愈均勻，透氣性愈高。這是因為：當顆粒不均勻時，小顆粒就要填塞在大顆粒之間，于是就能縮小通氣孔的空隙。

圓滑的顆粒通常具有光滑表面，因此，在其他條件相同的情況下，圓滑顆粒的透氣性要比帶棱角顆粒的透氣性高些，因為氣體通過光滑表面時所受的摩擦小得多。

干砂濕潤後，顆粒的粗糙表面就要展平，因此透氣性提高；但是砂子的透氣性隨濕度的增加而增高是有一定限度的，這是因為砂粒的吸水能力有限。一般說來，這個限度在4%左右。水份再多時，水就

①粘土成分按蘇聯國定標準 2138-46 是小于0.022公厘的碎屑。

要填充砂子的孔隙，因此透气性降低。

除了上述的因素外，粘土量的多寡对粘土砂和型砂的透气性也有影响。如果將粘土加入干砂中，則粘土就將填塞住顆粒間的孔隙，于是就能降低透气性；不过它的降低程度是由所加入粘土的数量和質量來決定的。如果加入少量的水份，則有一部分粘土貼在顆粒上，有一部分將填塞在顆粒間的孔隙中；再加些水份时，粘土可能在顆粒上形成一个較均匀的薄膜，这时的透气性最大；但由于顆粒部分与粘土部分的比例不同，所以对每一种砂子來講，透气性也不同。如果再加更多的水份，則粘土被稀释，而从顆粒上流到孔隙中，因此透气性降低。除了水份的总的数量外，水份在砂子和粘土顆粒上的均匀分布情况也有極重要的意义。

粘土或粘土組份对型砂或砂子透气性的影响取决于它的数量和它在顆粒上分布的均匀性。如果粘土能以均匀的層覆盖住砂粒，則砂粒的体積增大，而它的透气性甚至要高于同样的顆粒成分(但没有粘土)的砂子的透气性。实际上，总是有一部分粘土充塞在顆粒間的孔隙中，孔隙中的粘土愈多，透气性就愈低。但是粘土組份極多(30%左右)时的透气性可能高于粘土組份小时的透气性(在同样的顆粒成分下)。这是因为，当粘土多时，它能形成許多小疙瘩，后者能起大顆粒的作用。在測定極富的列平(Репинское)礦床砂子的透气性时能看到这种現象。

当用生鉄，特別是用鋼鑄造大型的產品时，很高的透气性具有重要的意义。

耐火性 所謂耐火性就是指型砂在高溫下不軟化的性能。用生鉄和鋼制造大型鑄件时，型砂和坭心砂要遭受大量金屬的作用，并且这些金屬的溫度很高，冷却所需時間很長，在这种情况下，如果型砂的耐火性不足，它就要受熔融的金屬作用而軟化，并能貼到鑄件上，形成所謂热粘砂(термический пригар)。一般說來，热粘砂往往和化学性粘砂同时發生。关于化学性粘砂下边將提到。

型砂耐火性的大小主要取决于它的組份(砂子和粘土)的化学成分和礦物成分。这些組份的顆粒的大小和形狀以及在澆注过程所產生

的气体的压力和成分也具有一定的意义。

石英砂是一种耐火性很强的材料(石英的熔点是 1713°)。而配制型砂所使用的粘土,特别是能髒污砂子和粘土的雜質(長石、云母、氧化鉄等)的熔点,一般是較低的。

粘土的耐火性是可以根据化学成分來測定的。为此,畢紹夫(Бишоф)、里赫捷尔(Рихтер)、澤格尔(Зегер)曾提出过几个公式。但是这些公式只适用于成分簡單的粘土。对鑄型用砂,特别是对型砂混料,由于它們的化学成分和礦物成分复雜,根据化学分析的資料來測定耐火性是不可能的。鑄型用砂的耐火性必須根据熔錐來測定。

顆粒的大小和形狀对耐火性都有極大的影响。大的顆粒难熔些。帶尖銳稜角的顆粒較圓滑顆粒融熔略早。压力能影响耐火度的大小,但是这个因素尚未能得到足够的研究,一般不加考慮。

澆注时在模型中形成的还原环境,能使氧化鉄变为低价氧化鉄,这也能降低耐火性。

不易粘砂性 粘砂分为三种: 热粘砂、化学性粘砂和机械性粘砂。关于热粘砂上边已經談过。

所謂化学性粘砂就是鑄型貼在金屬上的現象。这种現象的發生,一方面是因为金屬和它的氧化物之間產生了化合物,另一方面是因为金屬和型砂及坭心砂中的氧化物之間產生了化合物。

化学性粘砂决定于型砂中的雜質的性質。可以促使化学性粘砂發生的雜質是: 含鹼金屬和鹼土金屬的礦物(長石、云母等),以及常常可在鑄型粘土中發現的黃鉄礦。黃鉄礦在 400° 时能分解为硫化鉄和硫。游离硫有一部分氧化成 SO_2 ,呈气体状态从鑄型中逸出;另一部分硫与金屬鑄件化合,也生成硫化鉄。黃鉄礦分解时形成的硫化鉄以及游离硫与金屬鑄件化合时形成的硫化鉄,在金屬表面上造成化学性粘砂。必須补充一点,在金屬表面上还生成大量的氧化亞鉄。虽然氧化亞鉄的熔点为 1419° ,但是 $\text{SiO}_2 \cdot \text{FeO}$ 系統的合金熔点却低得很。含63% FeO和37% SiO_2 的共熔合金的熔点僅 1260° 。而含80%左右 FeO和20%左右 SiO_2 的共熔合金的熔点是 1240° 。型砂中的 Na_2O 、 K_2O 、CaO和MgO雜質能在鑄件中組成复雜的融熔体,这能使它們的熔点劇烈下降。

各种含铁的礦物都是雜質，到現在为止，一直被認為是有害的。粘土中也常常含有铁。对于鑄造大型的鋼或铁的鑄件的耐火粘土來講，氧化铁（ Fe_2O_3 ）的最大含量是3%。但是，鑄型材料管理总局（Главформсматериалы）中央科学研究試驗所（ЦНИЛ）曾做过这样的試驗：將1.8噸鋼的融熔体澆注到用石英砂、燒土（горелая земля）和含7.45% Fe_2O_3 的下烏維尔（нижнеувельский）耐火粘土制成的鑄型中，而所得到的鑄件的表面潔淨，不需任何补充清理工作。由此可見，規定大部分鑄造工人所采用的，并有經驗根据的鑄型用粘土的 Fe_2O_3 的最大含量为3%，虽然是針對着最坏的情况，即針對着粘土中的铁呈化合物状态存在、而最易促使形成粘砂的情况而提出的。在某些情况下，粘土中的含铁量可以相当多。所以，型砂中氧化铁的最大含量尚未确定出來。由于粘土中經常含有一定量的氧化铁，所以占型砂主要部分的砂子中所含的铁应尽可能少些。

所謂机械性粘砂就是金屬因液体金屬通过鑄型或坭心的孔隙而与鑄型上的物質發生的机械粘合作用、發生机械性粘砂时，金屬能將貼在鑄件上的各个砂粒包围住。机械性粘砂的原因是：砂粒过大、鑄型的樁实不强及金屬的流动性过大。如果不可能避免上述原因时，那末为了預防机械性粘砂，必須往型砂中加防粘砂填料或在模型和坭心表面上塗抹防粘砂塗料。

可塑性 物体在压力下能变成任何形狀而不破坏致密性，并当外力停止后，依然能保持这个形狀的性能称为可塑性。这个性能对型砂來講，非常重要，因为型砂的可塑性小时，很难得到在造型或起型时均不發生裂隙的合乎要求的鑄型。

虽然可塑性是鑄型用砂和混料的主要性能，但是它的測定方法至今尚未研究出來。为測定型砂組成部分的粘土的可塑性，曾提出了許多方法，但这些方法全不可靠。同一种粘土的可塑性，用不同的方法來進行試驗，而所得的結果往往就不同。阿特捷尔別尔哥試驗方法（метод Аттерберга）应用得最广，而所測得的結果也比較可靠。

可塑性与强度不同，但是它們往往是互相符合的。例如粘土，它的强度大，可塑性也高。所以，根据强度，就可大致地确定可塑

性。

流动性 型砂因自重或少許的压力能在木模內流动，并能填满木模內的凹处和孔穴的性能称为流动性。为了很好的填满木模，必須將流动性小的型砂用力夯实。

上边所提到的其他次要工藝性能，尚未研究清楚，所以在这里不加叙述。

鑄型用砂的天然性能

上述的型砂的工藝性能是由它的天然性能，或如某些研究者所說，是由它的組份的原始性能和配制它所采用的方法來決定的。砂子和粘土是型砂的主要組份，某些型砂中石英砂的含量达整个型砂重量的 97-98%，平均为 85-95%。顆粒的大小、形狀、表面、机械性能，以及它的礦物和化学成分是鑄型用砂的天然性能。

鑄型用砂顆粒的大小極不相同，用最大的篩子（ $\phi 6$ ，篩孔为 3.36 公厘）过篩时仍有某些顆粒殘留在篩上。鑄型用砂殘留在篩上的数量極小（往往根本沒有），但是对用于噴砂清理的砂子來說，允許有 5% 的、大小为 3.36 公厘的顆粒殘留篩上。規定最小的顆粒是不可能的，因为它能逐渐变为灰塵。粒度为 0.4-0.1 公厘的，即合乎國定标准 2138-46 所規定的牌号为 40/70-70/140 的鑄型用砂用途最大（見 18 頁註 1）。

根据國定标准 2138-46 所規定的小于 0.022 公厘的顆粒称为粘土成分，这对鑄型用砂來說，有着極重要的意义。虽然这些顆粒的礦物成分不同，但它們的基質是由粘土質礦物組成。至于粘土对型砂工藝性能的影响，上边已經談过了。

砂粒有不同的形狀——由几乎是球形的到銳角形的。形狀共有四种：圓的、半圓的、銳角的和复雜的。复雜形狀是指顆粒的結核体而言。苏联各工厂的研究工作和实际工作証明：中粒砂（0.30-0.15 公厘）最圓；粗粒砂（0.40 公厘以上）次之，而細粒砂通常是銳角的。关于顆粒形狀对型砂的影响，前面已經談过。

除形狀外，顆粒表面也有重要的意义：粘土貼在粗糙表面上要比

貼在光滑表面上更堅固些。所以，在其他條件相同的情況下，如果顆粒表面粗糙，則型砂的強度大些。鑄型用砂的形狀和表面無法定量測定。但顆粒形狀可用放大鏡、雙筒放大鏡或顯微鏡定性測定之。

天然砂永遠不會完全是均勻的，它的顆粒通常是大小不一的。但是優質鑄型用砂的顆粒應盡可能使之均勻些。蘇聯最好的鑄型用砂在三個相鄰篩上的殘留量如下：

柳別爾崔砂在 40—50—70 篩上達 95%；基奇金砂在 40—50—70 篩上達 94%。

從礦物成分上來說，鑄型用砂的主要部分是石英顆粒。如柳別爾崔（莫斯科省）、基奇金（契利亞賓斯克省）、米列沃沃（頓巴斯）礦區產的鑄型用砂，幾乎完全是由石英顆粒組成的。型砂中最常見的雜質為：長石、雲母、石灰石、氧化鐵、金紅石，而在含粘土砂中往往有海綠石。含氧化鐵、鹼金屬和鹼土金屬的礦物是不好的雜質，因為它們的熔點低，能引起化學性粘砂。

當不能進行極標準的礦物定量分析時，化學分析具有極重要的意義。因為用化學分析能測定出各種氧化物的總含量。根據國定標準 2138-46，石英砂（K）中所含的 SiO_2 應不少於 96%。

下邊列舉幾種蘇聯所採用的優質鑄型用砂的主要指標（表 1）。

柳別爾崔（莫斯科省）礦區砂

粒 度 成 分

表 1

篩 號 (按國定標準 2189-43)	顆 粒 含 量 (%)	篩 號 (按國定標準 2189-43)	顆 粒 含 量 (%)
6	—	100	16.6
12	—	140	1.2
20	—	200	0.3
30	0.2	270	0.3
40	1.8	—270	0.6
50	24.9	粘土組份	
70	53.3		0.6

化 学 成 分 (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO · MgO	Na ₂ O + K ₂ O	燒失量
98.5	0.46	0.38	0.12	0.41	0.08

不 同 湿 度 的 透 气 性

湿 度	1 %	6 %
透 气 性	264	224

顆粒形状为半圓形；耐火性 1700°，砂子牌号 K 50/100 (按國定标准 2138-46)。

唐 波 夫 (唐 波 夫 市 附 近) 礫 区 砂

粒 度 成 分

筛 号 (按國定标准 2189-43)	顆 粒 含 量 (%)	筛 号 (按國定标准 2189-43)	顆 粒 含 量 (%)
6	—	100	1.1
12	—	140	53.1
20	—	200	23.5
30	—	270	0.3
40	0.1	—270	5.6
50 } 70 }	0.2	粘土組份	16.0

透 气 性 与 抗 压 强 度

湿 度 与 透 气 性					湿 度 与 抗 压 强 度 (公 斤 / 平 方 公 分)				
2%	4%	6%	8%	10%	2%	4%	6%	8%	10%
40	37	35	31	31	0.09	0.35	0.55	0.49	0.40

化 学 成 分 (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	烧失量
89.67	5.82	2.06	0.96	0.02	0.61	0.53	1.53

砂子牌号 H 100/200

列平 (莫斯科省科洛姆纳附近) 磁区砂

粒 度 成 分

筛 号 (按国家标准 2189-43)	颗粒含量 (%)		筛 号 (按国家标准 2189-43)	颗粒含量 (%)	
	半肥砂 H 200/270	肥砂 H 200/270		半肥砂 H 200/270	肥砂 H 200/270
6	—	—	100	1.1	4.0
12	—	—	140	2.6	4.2
20	0.1	—	200	6.1	10.1
30	0.2	—	270	10.5	5.9
40	0.9	0.5	—270	52.7	45.4
50	2.8	1.2	粘土组份		
70	4.3	1.2		15.1	27.7

抗 压 强 度

湿度与抗压强度 (公斤/平方公分)

4 %		6 %	
半肥砂	肥砂	半肥砂	肥砂
0.63	0.70	0.56	0.78