

露天矿剥离和采矿的 水力机械化

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書是根据苏联 Н.В.Мельников 教授主編的“苏联煤田露天开采方法”一書的第十章翻譯的，主要地介紹了露天水力采煤、水力剝离和水力运输，詳細地敘述了水力机械化开采特点和工艺系統，这对于我們目前发展露天水力采煤有着較大的参考价值。

本書可供露天煤矿的工程技术人员和矿业学院露天开采专业師生的学习参考。

Г.П.Никонов

ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ ВСКРЫШНЫХ И ДОВЫЧНЫХ РАБОТ

Углетехиздат Ленинград 1958

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社1958年版譯

95J

露天矿剝离和采矿的水力机械化

北京矿业学院科学研究处譯

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

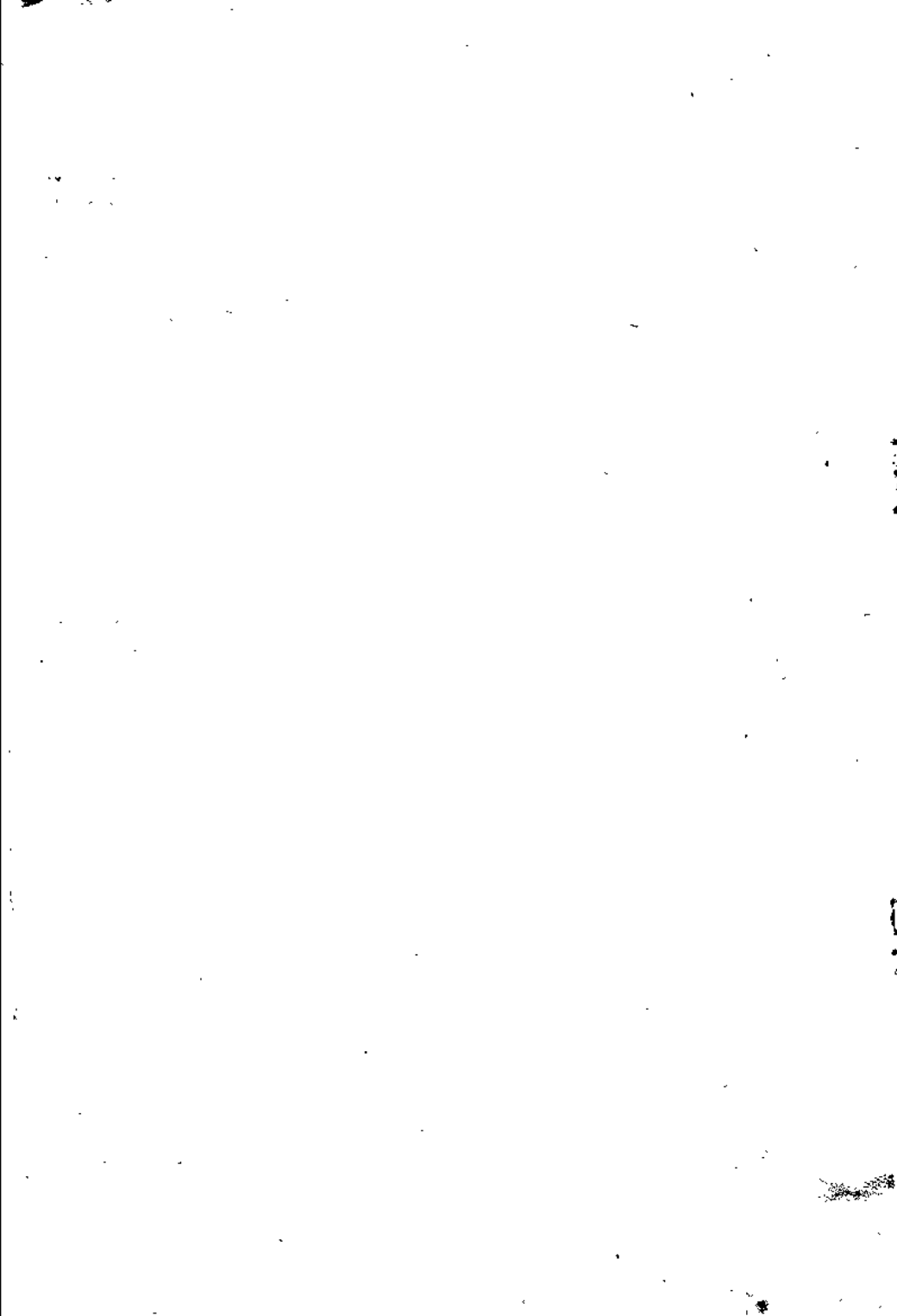
開本850×1168公厘 $\frac{1}{32}$ 印張1 $\frac{7}{8}$ 字數43 000

1958年9月北京第1版 1958年9月北京第1次印刷

統一書号: 15035·658 印數: 0,001 5,000冊 定價: 0.85元

目 录

第1节	露天矿水力机械化的发生与发展	3
第2节	煤田水力机械化的开采特点及其主要工艺系统	7
第3节	剥离岩石的水枪冲采	9
第4节	预先疏松岩石的水枪开采	19
第5节	运用挖掘机的水力运输经验	24
第6节	未冲采掉的岩石的清除	25
第7节	水力运输及其组织	27
第8节	排土工作	31
第9节	水枪设备的供水	34
第10节	冬季水力机械化的应用	36
第11节	露天水力采煤	37
第12节	水枪泥泵工作用的设备	41
第13节	经济技术指标及其分析	49
第14节	改善露天水力机械化采煤的基本方向	55



第1節 露天矿水力机械化的发生与发展

我国采矿工作的水力机械化在伟大十月革命后得到了推广。由于祖国机器制造业的发展，就保证了水泵和泥泵的制造，因而自流式的水力设备也就能够改变成水泵-泥泵式的水力设备。这样，就大大地扩大了水力机械化的应用范围，而且可以不管地形的条件，特别是在煤矿的露天开采上，也可以采用水力机械化。

1930年第一次在露天煤矿上试行水力机械化的是保高斯洛夫煤矿。在这里是利用水力方法来排土。水力排土场是设在保高斯洛夫水塘的旁边（图1）。向排土场供水是使用具有60立方公尺/时排水能力，扬程为40公尺的水泵，和直径为100公厘的干管。干管是顺着铁路铺设的，它上面安有四个直径相同的支管。从自翻车卸下的岩石是用水流把它冲刷到排土场。虽然水泵的能力还不够大，但是由于减少了排土场轨道的移动次数，所以在使用这种很简单的水力设备时已使排土费用大大降低。

属于沃斯特特兰斯煤矿局的诺沃-陶鲁莫夫露天矿（在东西伯利亚的切尔诺夫矿），有一个采区曾在1937年实行了剥离工作的水力机械化。此处剥离岩层的厚度是：由6公尺到24公尺，胶结不很牢固的长石砂岩层。为使喷嘴具有必要的压头（17个大气压），他们采用了具有24个大气压力的水泵。因为地形良好而且有已经开采过的很洼的露天矿可以做为水力排土场，所以他们能采用自流的水力运输。

在露天煤矿上更有计划的实行水力机械化是由1939—1940年开始的，在这个时候是用水力方法来建设留陶立克（莫斯科

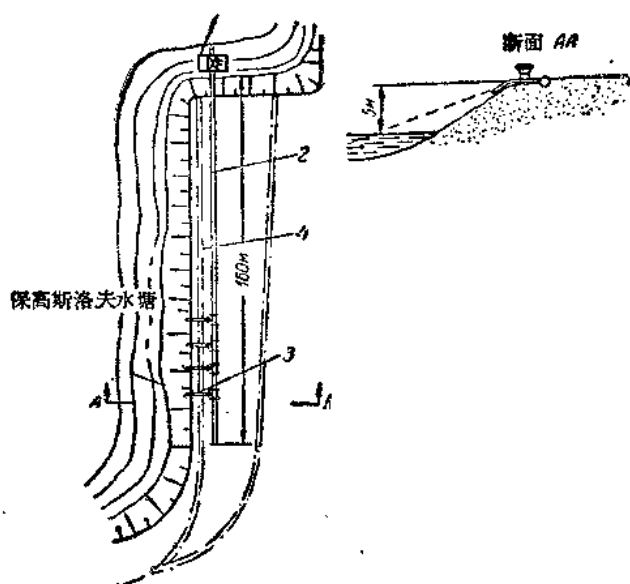


图 1 保高斯洛夫煤矿的水力排土场示意图 (1930年)

1—水泵站; 2—干管; 3—支管; 4—排土场铁路。

近郊煤田) 和巴依达闊夫 (乌克兰苏维埃社会主义共和国) 两个露天矿。

露天煤矿的水力机械化在伟大的卫国战争期间得到了广泛发展。在这一期间, 无论是在建设或在开采巴突林(高尔金諾) 和保高斯洛夫两个露天矿时, 都采用了(从1943年起)各种各样的水力机械化。这些工作是苏联东部地区和其他的煤田更广泛采用水力机械化的开端。在巴突林露天矿采用水力机械化的过程中, 曾經試驗了各式各样的水力机械化技术方案(如使用高压头的水枪和預先松动岩石的挖掘機开采法等等), 并且也做了許多工作来改善水力机械化的设备。在水力机械化工作指标很低的保高斯洛夫第 1, 2, 3, 4 和第 5 采矿場上, 已經掌握了这种使用推土机和水枪的混合开采新方法。这种方法以后又

在露天开采的水力机械化上得到了普遍的采用。随着煤矿露天开采的发展,在苏联各个地区的許多其他露天矿,无论是在建矿或在采矿时都采用了水力机械化。采用水力机械化的露天矿一覽表詳見表1。

过去和現在采用水力机械化的露天矿一覽表 表 1

地 区	露 天 矿	工 作 种 类
烏拉尔, 西比利亚, 和远东	保高斯洛夫*; 巴突林; 高尔金; 沃尔夫斯克*; 克拉斯諾謝洛; 那札洛夫; 阿老奇金欧特洛哥*; 叶魯莫拉也夫*; 杜蓋夫*; 希洛基。	剥离工作, 但在巴突林和高尔金露天矿是剥离和采煤
莫斯科近郊煤田, 烏克蘭	留陶立克* 巴依达闊夫*; 上德蘭伯	剥离工作 剥离工作, 在上德蘭伯露天矿是准备工作
庫茲巴斯	巴恰特斯克; 斯沃伯得雅依; 新巴恰特斯克; 格拉基杰因; 薩沃謝尔古也夫; 克拉斯諾布洛得; 霍罗希布洛得; 凱得洛夫; 克拉斯諾高尔; 基札考夫; 瓦路卢謝夫	剥离工作
中亚西亚	安赫林	剥离工作和高灰份煤的采掘工作

附註: 表內有*的是代表用过水力机械化采煤方法的露天矿。

随着露天开采水力机械化工工艺学的建立, 水力机械化方法的掌握和使之适应于煤产地的条件, 露天矿水力机械化的采煤工作量每年都在增加。表2所列的数据, 可以說明露天煤矿水力机械化的发展速度。

在1950年以前, 露天煤矿只是在剥离工作上采用了水力机械化。但近来水力机械化在煤矿开采上的使用范围已經有了扩大。目前在煤炭工业露天开采上, 这种水力机械化方法已經用于貧化煤的开采和精选, 用于建筑露天采矿場或矿井时所用的

煤炭工业中的水力机械化工作量

表 2

指 标 名 称	年						
	1943	1945	1950	1953	1954	1955	1956
水力机械化采煤的工作量 (百万立方公尺)	0.5	2.2	4.3	5.5	7.3	9.6	14.3
采用水力机械化的露天矿 数量	2	6	9	9	14	16	20

砂子、砾石的开采以及场地的充填和堤壩的冲迭。水力机械化工作按照种类的分配詳見表 3。

水力机械化工作按照种类的分配情况(%)

表 3

水力机械化工作类别	年		
	1950	1953	1955
剥离工作	100.0	90.0	93.0
开采和精选贫化煤	—	3.5	2.5
开采砂子和砾石	—	1.5	4.2
场地的充填和堤壩的冲迭	—	5.0	0.3

采用水力机械化最多的地方是能够利用运输方法进行开采的采区。同挖掘机开采法和利用铁路运岩的开采法来比较，水力机械化开采法在一定的条件下是最有效的开采法。

我国采用露天开采的大多数煤田都有很厚的倾斜煤层，并且有很大的剥离厚度，因此，还不能采用比较水力机械化方法更为经济的无运输开采法。这些煤田所剥离的岩石在很多情况下容许进行水力机械化的采掘。这些条件已经保证露天煤矿很有效地采用了水力机械化，而且大大增加了最近期间的水力机械化工作量。

同时，贫化煤的水力开采和精选量也有显著的增加。

第2節 煤田水力机械化的开采特点 及其主要工藝系統

露天煤矿的开始采用水力机械化，是根据采金工业和建筑莫斯科运河的经验。金矿的水力机械化开采特征，是利用地面的天然斜坡来进行供水和水力运输，因此可使采掘工作不需要水泵、泥泵和辅助性机械。金矿采用水力机械化的另一特点是利用水枪的水柱来采除未冲采掉的部分和清除“底床”。这就是冲采岩石要用很大的水的单位消耗量的原因。如果根据经济和技术上的理由，这种办法可在金矿的条件下采用，那么对露天煤矿的条件来说，就需要把这种水力机械化的开采技术加以改善，以便大大降低冲采岩石所用的水的单位消耗量。

在开掘莫斯科运河时所用的水力机械化是利用漂浮式吸泥设备抽采水下的土方，或用水枪冲采水上的大块土壤。在这里用水枪冲采土壤时，在多数情况下，是没有清理未冲采掉的部分这道工序，因为挖土方的用途，多半是当做土建工程的备用土壤。在这一领域内，水枪开采技术也应该发生必要的变化。

由于露天煤矿采用水力机械化的条件与采金工业和水利工程的水力机械化所采用的条件不同，所以在煤田的露天开采上就要求创造一种新的水力机械化的开采技术。

预先决定施工方法时，必须考虑剥离工作与采掘工作相结合以及挖掘机工作照例应与水力剥离同时进行。所以在露天煤矿上只能采用水枪开采法，因为采用这种开采法并不需要为了采掘岩石而来建造贮水池，不过在采用漂浮式吸泥设备时建造

这种貯水池是必要的。

露天煤矿的水力机械化供水，在完成大量的剥离工作时，照例不得不依靠那种在水力机械工作时期损失水量很小的“小河”为水源。所以在此处必须先实行循环供水法，然后方能采用水力机械化。

在露天煤矿上用水力机械化方法冲采下来的剥离岩石主要是致密的粘土质岩石，一直到泥板岩和淤泥岩。因此这就要求特别注意加强冲采的措施。这种措施是提高水枪的水柱压头和采用预先疏松岩石的方法。露天煤矿的水枪开采的另一特点还表现在必须在很高的台阶上进行冲采，因而这对于决定水柱的有效压头也具有重大的影响。

因为照例必须先开拓煤层而后进行回采，所以就需把水枪所未冲采掉的部分加以清除，并且要采用最经济的煤层开采法。

由于水力排土场距离采矿场很远，进行水力运输所使用的泥泵必须使之适合于很长的距离，因而必须把泥泵的扬程提高。

煤田水力机械化开采工艺学的创建过程共分两个阶段。截止到1943年的第一阶段的特点是表现在直接在岩体上进行水枪开采，并且还用水柱来清除未冲采掉的岩石和清理煤层。采掘岩石是只用水枪而不使用象挖掘机和推土机这样的机器。在这个期间，水枪冲采的特点是水的单位消耗量很大（在保高斯洛夫露天矿第4采矿场曾达25—30立方公厘），并且只能冲采非粘結性岩石。

在1948年起始的第二个阶段，由于在采煤上已经装备了大量的矿山运输机械，就着手采用結合挖掘机、推土机预先疏松岩石的水枪冲采法。在这段期间已经推行了这些工艺系统，

例如預先使用挖掘機或推土機疏松岩石的水槍开采法、从挖掘機往混合仓里装岩的水力运输法和清除未冲采掉的岩石的混合开采法。由于开采是与挖掘機或与推土机相结合，因而已將开采致密岩石的水力机械化經濟价值大大提高，并且把水力机械化在露天煤矿上的采用范围扩大。由于清除未冲采掉的岩石是混合利用水槍和推土机来代替水槍水柱的冲刷，因此，水的单位消耗量就大大降低，并促使露天煤矿水力机械化的指标提高。

無論用水槍冲采整体岩石，或者冲采已被挖掘機或推土机松动过的岩石，都要在逆向工作面上来进行冲采，并須將水槍放置在台階的下平盘上。用水力水槍冲采整体岩石时，必須先在工作面上掏底。在开始时期，在露天煤矿上只用水力机械化方法来开采易于冲采的岩石。后来特別在掌握水槍和挖掘機（或推土机）的混合开采法之后，用水力机械化方法来冲采較为致密的岩石也非常有效。

第3節 剥离岩石的水槍冲采

保証冲采具有很大的成效，首先必須根据岩石的物理机械性質来采用足够的压头。

在开采易于冲采的剥离岩石最初所用的压头是符合要求的，甚至于超过了要求，而且已能保証水力設備具有很高的生产能力。这在留陶立克和巴依达闊夫露天矿上的水槍开采就是一个很好的例証。在留陶立克露天矿上剥离的岩石基本上是砂子（4.0公尺）和含有鹽礫和砂質粘土的砂子，这些实体岩石是用95—100公尺压头的水槍水柱来冲采的。此时装有3TM-1型

泥泵的水力装置的生产能力一昼夜是1000立方公尺，设备的利用系数太低。这些工作的指标詳见表4。

留陶立克露天矿水力设备工作指标

表 4

指 标 名 称	第 1 号设备	第 2 号设备
平均昼夜生产率 (立方公尺)	4150	3000
小时生产率 (立方公尺)	230	175
单位电能消耗量 (瓦/小时)	2.5	3.4
水的单位消耗量 (立方公尺)	8.7	3.0
设备的利用系数	0.64	0.49

在留陶立克露天矿上并未把水力机械化工作組織完善，因此水力设备的利用系数很低，它的昼夜生产能力是大大低于当时水力设备能力所能达到的生产能力。

在这种矿山地质条件下，采用非常简单的无压头冲采亦极有可能。例如，留陶立克露天矿在1945年就是根据M. E. 切尔卡少夫的建議，利用邻近1号矿井所抽来的水来补助压力水进行冲采。这种由邻近矿井抽来的水是經過台阶平盘的水沟而流入用水枪冲采的工作面，然后順着台阶斜坡向下流泻。自流的水流在其下泻过程中就冲刷了岩石使之成为泥漿，流入泥泵的泥井。該矿利用无压水曾經冲刷掉22万立方公尺砂子—爐塌状剝离岩石。由于泥漿的稠度較高，所以3TM-1型泥泵的效率也就加大，而且在个别日子里它的生产能力曾达8—9千立方公尺岩石。但是，这种冲采方法在那种具有大量粘結性致密剝离岩石的露天矿来说是难以得到推广的。另外，在这种情况下来控制冲采过程也有許多困难，因而造成大量的塌方（在留陶立克也有这种情况），使后来的冲采更为复杂化。后来在露天煤矿进行水枪冲采时是稍有不同的形式来利用无压水，即利用无压水

先来提高岩石的湿度，以便简化冲采，这在下面还另有详述。

因为在露天煤矿必须采掘更为致密结实的岩石，水枪的水柱就必须具有更大的压头。应该指出，煤炭工业在最初采用水力机械化时是指靠着水力工程和采金工业中实行水力机械化的经验，在这里，冲刷砂土所用的压头标准并不适用于露天煤矿。在高于10公尺的台阶上冲采剥离岩石，必须在工作面的方向线上具有足够的单位水压力，这就要求在喷嘴上具有很大的压头。H. B. 密尔尼考夫在其著作中曾经指出“有些专家认为采用低水压就可减少电能消耗量的意见在实践上并未得到证实”，大家知道，要想有效地冲采某一种岩石，就必须对它规定出一种很适当的压头，换言之，这样规定的压头必须使水枪具有最大的生产能力。因为缺乏原始生产经验资料，所以好久没有依据来规定剥离岩石所用的压头标准。在1948年才着手拟定这些适当的压头标准，经过后来数次的修正，这些标准才成为制定露天煤矿水枪开采工作定额的根据。

最初在开采瘤状岩石时是用70—80公尺的压头来冲刷这种岩石。这样大的压头阻碍了水力机械化使用范围的扩大，而且在遇到更致密的岩石时，也不能保证水力设备具有应有的生产率。当大多数的水力剥离岩石是比较容易冲采的岩石时，用上述不很大的压头来冲采也十分有效。但是在台阶上有更致密的岩石时，水力设备用这样的压头，它的生产率就要降低。遇到这种情况，只好不去改变水力设备的总布置，而只在工作面上添置一些辅助性的水泵，把它们串联在管道上。这种所谓“掏槽”的水泵，必要时必须用提高压头来开动。初次实行这种方法的是在巴突林3号露天矿的南部加长采区。这里所用的正常工作压头就是在喷嘴处的60—70公尺压头。所用的“掏槽”水泵系12HJC型水泵，这些水泵是设在工作面上串联在水管上

(图2)，用这些水泵曾把压头提高到120公尺。这种压头仍然还不足以冲采所遇到的致密岩石（泥質頁岩，蛋白土），但是用这种压头来提高生产率已經有了保証。

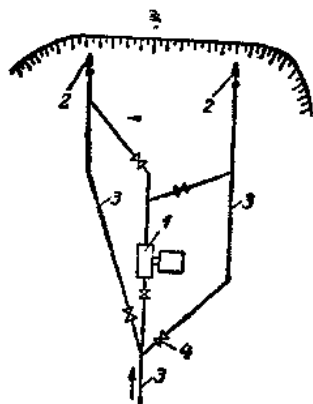


图2 在巴突林3号露天矿南部加长工作面安装加强压头的水泵的示意图

1—水泵和电动机；2—水枪；
3—水管；4—閘閘。

此种布置水泵的方案应该認為是最經濟的。虽然适当的工作压头是根据台阶上的主要岩石規定的，但是它有时还是比实际需要低了一些，就是采用上述的水泵布置方案也会有这种情况发生。在这种情况下，就要把具有正常压头的水全送到一个水枪里，在需要以很小的压头来大量供水时再把水轉送到另一个水枪。

最近这种水泵布置方案是把二级水泵直接安在水泵站。串联两个水泵，有时甚至串联三个水泵能使压头达到150—180公尺，这就保証水枪能够冲采更致密的岩石。

在露天煤矿水力机械化的实践中，实际还要求采用更大的压头。巴突林3号露天矿在开采泥板岩、粉砂岩和砂岩构成的围岩时就有这类的事情（图3）。

以上这些岩石的特点利用下面資料可加以說明：（1）泥板岩（粘土質頁岩）是极度压实的粘土，通常是很薄的提純沉淀层，有时具有滑膩感，有时有很清晰的层理；（2）粉砂岩（含砂的粘土質頁岩）是埋藏在泥板岩和砂岩的中間，它的层理很明晰，并含有大量的砂粒；（3）砂岩系用泥質胶結物，或很少的砂質胶結物胶結起来的。这些岩石的强度系数按照普教授的



图 3 巴突林 3 号露天矿的基岩工作面

岩石分类法是可以列在 3—5 级之间。因此上述岩石对于巴突林煤田来说是不能用水枪水柱的实际正常压头来冲采掉的。

开采基岩需要采用水力机械化，主要是因为在使用水枪时很难采用铁路运输。在这种情况下可以采用两种水力机械化方案：(1) 采用水力运输，以挖掘机进行开采；(2) 以具有高压头的水力水枪进行冲采。

巴突林 3 号露天矿在 1948 年就是根据 B. B. 别尔满孙的建议利用冲采此类岩石所必需的压头来进行围岩的水枪冲采的。

当时的水枪—泥泵设备包括：第一段的水泵站（14HAC 水泵）；第二段水泵站（此处系安设美国瓦听通工厂所造的立式水泵，其压头达 40 个大气压）；第一段泥泵；第二段泥泵和当地特制的高压水枪（图 4）。最初是采用 3TM-1 型泥泵，但是以后即改用了 3TM-2 型泥泵。水枪喷嘴的工作压头是保持在 150—330 公尺之间。射水机喷嘴直径是 50—76 公厘。改换上述的工作压头，可把第二段水泵的压头进行 150—400 公尺范围内的调整。



图 4 高压水枪

1949年在“穆尔达”采区冲采基岩时所采用的台阶高度，水枪到工作面的距离以及个别水枪—泥泵设备喷嘴上的压头詳列于表 5。

水枪工作面的特征

表 5

设备号码	泥泵类型	台阶高度 (公尺)	由水枪至工 作面的距离 (公尺)	水枪喷嘴的 压头 (公尺)
3	3TM-2	40-48	12-30	250-350
5	3TM-2	40-48	8-20	230-280

在基岩工作面掏槽占用很长的时间。开头在掏槽上是用了6—7小时，后来因为熟悉了这项工作，所以这个时间已减为3—4小时。岩石经过掏槽后就成块地塌落，但是冲刷它们仍然需要这样高的压头。

为了在冲采基岩时能使泥浆正常地下泻，在工作面泥井地段的台阶平盘坡度应该不小于0.13—0.16。

巴突林 3 号露天矿在开采基岩时，根据生产资料和在工业

条件下进行的特别研究所得到的电能单位消耗量 and 水的单位消耗量，可由第 6 表所列的数据表示之。

水枪工作面的主要指标

表 6

工作 面 特 征	电能单位消耗量 (瓦/小时/立方公尺)		水的单位消耗量 (立方公尺/立方公尺)	
	根据技术报告	根据研究材料	根据技术报告	根据研究材料
多半是基岩	22.6	19.6	12.4	21.5
基岩和大量的表土	14.3	—	10.0	—

根据研究材料来看，这样大的水的单位消耗量是因为几乎完全由基岩组成的工作面，它既无旧的堆积而且在顶板上也没有冲积土；在根据技术报告确定指标时也有这种情况发生。这样大的电能单位消耗量 and 水的单位消耗量大大地提高了 1 立方公尺岩石的开掘成本，并且大大降低了水力设备生产率和工人的劳动生产率。开采 1 立方公尺基岩所用的成本已经高达 8 个卢布，它的一年度平均开采成本大约是等于 6 个卢布。虽然如此，在建设巴突林露天矿的条件下采用了水枪开采法，这仍然对于基岩的采掘起着决定性的作用，而且比采用挖掘机的开采法经济得多。

在另一方面，既然水、电的消耗量极大，已经超过了它们在露天煤矿上的正常值，而且因此水枪-泥泵设备的生产率也降得很低，所以在采掘这种坚实的泥板岩和粉砂岩实体岩石时，还是不能很广泛地采用水枪开采。但是在台阶上有了这种水力剥离岩石，就迫使我們探索更为经济的采掘方法，而这样的方法就是预先松动岩石的水枪开采。

由此看来，在露天煤矿应用水枪开采时，水枪喷嘴上的压头固然应当保证水力设备具有正常的生产率，但这种水枪开采