

DOI: 10.26730/1999-4125-2020-2-58-66

УДК 622.271.3

**АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРА НАСАДОК  
ГИДРОМОНИТОРОВ С УЧЕТОМ РЕЖИМА РАБОТЫ  
НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

**ALGORITHM FOR DETERMINING THE DIAMETER OF NOZZLES OF  
HYDROMONITORS IN CONSIDERATION OF THE OPERATION MODE OF  
PUMPING STATION**

**Поклонов Даниил Анатольевич<sup>1</sup>**,  
директор, e-mail: poklonov.da@mail.ru,

**Daniil A. Poklonov**, Director,

**Мироненко Илья Александрович<sup>2</sup>**,  
аспирант, e-mail: ilya.mironenko.86@bk.ru

**Илья А. Mironenko**, postgraduate

**Федотенко Виктор Сергеевич<sup>3</sup>**,

доктор техн. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: victor\_fedotenko@rambler.ru

**Victor S. Fedotenko**, Dr. Sc. In Engineering, Leading Researcher

**Протасов Сергей Иванович<sup>2</sup>**,

канд. техн. наук, профессор, e-mail: psi.rmpio@kuzstu.ru,

**Sergey I. Protasov**, C. Sc. in Engineering, Associate Professor

<sup>1</sup> ООО «Кузнецкая проектная компания», 650036, Россия, Кемерово, ул. Терешковой, 41

<sup>1</sup> Kuzproject LLC, 41, Tereshkova str, Kemerovo, 650036, Russian Federation,

<sup>2</sup> Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия,  
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

<sup>2</sup> T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennya Str., Kemerovo, 650000, Russian  
Federation,

<sup>3</sup> Институт проблем комплексного освоения недр РАН, 111020, Москва, Крюковский туп., д.4

<sup>3</sup> Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, 4,  
Kryukovsky blind alley, Moscow, 111020, Russian Federation.

**Аннотация:**

*Безопасная и эффективная разработка и перемещение пород, намывных ранее в гидроотвал, при необходимости ввода в эксплуатацию участка месторождения, расположенного под гидроотвалом, может обеспечиваться гидрокомплексом, который совмещает в одной технологической цепи последовательно процессы гидромониторного размыва пород и их разработки землесосным снарядом. Для обеспечения устойчивой работы такого гидрокомплекса требуется поддержание определенных параметров процесса гидромониторного размыва. Оперативное регулирование параметров этого процесса достигается подбором величины диаметра насадки гидромонитора, которая изменяет воздействие струи на массив, производительность по воде и гидросмеси. Предлагается алгоритм определения диаметра насадок гидромониторов, которые обеспечивают требуемые параметры гидромониторного размыва пород этого гидрокомплекса с учетом режима работы насосной станции.*

**Ключевые слова:** *Разработка и перемещение пород в гидроотвал; гидрокомплекс, совмещающий в одной технологической цепи последовательно процессы гидромониторного размыва пород и их разработки землесосным снарядом; регулирование параметров гидромониторного размыва; определение диаметра насадок гидромониторов.*

**Abstract:**

*The safe and effective hydro excavation and moving of overburden of old hydraulic dump for future*

*exploitation of a part of coalfield lying under a hydraulic dump can be ensured by a hydro complex which combines in a single process chain the hydromonitor excavation of soil and excavation with a suction dredger. It is necessary to maintain certain parameters of the process of hydromonitor excavation to ensure the stable operation of such a hydrocomplex. Operational adjustment of the parameters of this process which is achieved by selecting the diameter of the nozzle of the hydromonitor, can change the force of hydro monitor jet on layer of soil and the performance by water and hydraulic mixture. An algorithm of determining the diameter of nozzles of hydromonitors which ensure the required parameters of jetting the overburden in consideration of the operating mode of the pumping station is proposed in this article.*

**Key words:** *hydro excavation and moving of overburden into the hydro dump; hydrocomplex which combines in a single technological chain the hydromonitor excavation of soil and excavation with a suction dredger; adjustment of the parameters of hydromonitor excavation; determination of diameter of hydromonitor's nozzle.*

## Введение

В Кузбассе для организации высокопроизводительной добычи угля на разрезах средствами гидромеханизации разработано свыше 1 млрд м<sup>3</sup> четвертичных вскрышных пород [1]. Гидроотвалы, куда подавалась пульпа этих пород, были обустроены в непосредственной близости от карьеров. Предприятия сформировали после этого всю необходимую для добычи угля инфраструктуру и постепенно горные работы приблизились к этим гидроотвалам, под которыми, как правило, находятся промышленные запасы угля. В этой связи целому ряду разрезов Кузбасса предстоит в ближайшие годы переуложить породы из этих гидроотвалов в новые емкости.

Одним из первых в Кузбассе приступил к переукладке пород из гидроотвала № 3 разреза «Кедровский» [2]. Для разработки намывных там четвертичных вскрышных пород, физико-механические свойства которых исключают возможность использования традиционных («сухих») технологий, применили гидромониторно-землесосные комплексы. Был получен определенный производственный опыт [3-5].

В настоящее время подобная задача решается с гидроотвалом №2 разреза АО «Черниговец», который расположен над промышленными запасами порядка 14 млн т угля [6-7]. Для их добычи потребуется переуложить в новую емкость более 19 млн м<sup>3</sup> пород.

Изложенное выше убедительно доказывает необходимость обоснования безопасной и экономически эффективной гидромеханизированной технологии разработки намывного массива в гидроотвале с низкими показателями прочности и несущей способности пород и перемещения этих пород в новую емкость. В этой связи разработана новая технология [8], совмещающая в одной технологической цепи последовательно процессы гидромониторного размыва пород и их разработки землесосным снарядом.

Для обеспечения условия устойчивой работы такого гидрокомплекса, когда «...гидросмесь, поступающая от гидромонитора, и дополнительно разработанная земснарядом порода в виде

гидросмеси, повышающая общую концентрацию пульпы, транспортируемой в новый гидроотвал, соответствуют возможности грунтового насоса, который установлен на земснаряде», требуется с высокой точностью определить и поддерживать определенные параметры гидромониторного размыва [9, 10]. Главными параметрами этого процесса являются производительность по гидросмеси, воде и давление воды в системе водоснабжения, а их оперативное регулирование обеспечивается подбором величины диаметра насадки гидромонитора.

## Решение проблемы

Для решения этой задачи целесообразно воспользоваться методикой определения необходимых диаметров насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции, которая была разработана на основе результатов экспериментальных исследований напорных характеристик гидромонитора ГД-300 в Кузбассе [11, 12]. Алгоритм действий при определении диаметра насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции должен быть следующий:

### 1. Выполняются предварительные расчеты и определяются исходные данные.

Как известно, основными параметрами, которые определяют выбор оборудования гидрокомплекса разреза, являются: часовая производительность гидротранспортной установки по твердому  $Q_m$ ; удельный расход воды  $q$ ; часовая производительность гидротранспортной установки по гидросмеси  $Q_r$ .

Необходимая часовая производительность гидротранспортной установки по твердому определяется исходя из условий обеспечения сезонной производительности  $Q_c$

$$Q_m = \frac{Q_c}{Z_1 \cdot Z_2 \cdot t_c \cdot K_u}, \quad (1)$$

где  $Z_1$  – число рабочих дней в сезоне (180-220);  $Z_2$  – число рабочих смен в сутки (обычно 3);  $t_c$  – продолжительность смены (обычно 8 ч);  $K_u$  – коэффициент технического использования гидротранспортной установки, величину которого можно определить по формуле:

$$K_u = 0,8 - 0,05 \cdot (П_{гс} - 1), \quad (2)$$

где  $П_{гс}$  – количество ступеней



Рис. 1. Расчетная схема насосно-гидромониторной установки с неразветвленной внешней сетью (при одном рабочем гидромониторе): НС – расчетная насосная станция; МТ – магистральный трубопровод; ЗТ – забойный трубопровод; ГМ – гидромонитор

Fig. 1. The design scheme of the pump-hydrone monitor installation with an unbranched external network (with one working hydrone monitor): НС - settlement pump station; МТ - trunk pipeline; ЗТ - downhole pipeline; ГМ - hydraulic monitor

гидротранспортной установки.

Необходимая часовая производительность гидротранспортной установки по твердому определяется по формуле:

$$Q_r = Q_t(1-m+q), \quad (3)$$

где  $m=0,3\div 0,4$  – пористость породы.

Необходимая часовая производительность насосной станции водоснабжения  $Q_p$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяется по формуле:

$$Q_p = Q_r \cdot q. \quad (4)$$

Удельный расход воды при гидромониторной разработке принимается в соответствии с [13].

Напорная характеристика  $H_{нс}$  насосной станции (расчетной насосной станции, которая условно объединяет все насосы, располагающиеся на всех насосных станциях: в районе гидроотвала, на перекачивающей землесосной станции и в забое с учетом их соединения – параллельное, последовательное и последовательно-параллельное), определяется по величине напора, который на этапе выбора оборудования рассчитывается по формуле (5).

Необходимый напор насосной станции  $H_{нс}$  (м) на этапе выбора оборудования можно определять по формуле:

$$H_{нс} = H_r + H_n + 1,05i_m L_m + 1,15i_z L_z + h_r + h_n, \quad (5)$$

где  $H_r$  – геодезическая высота подъема воды, определяемая как разность высотных отметок уровня воды в водосборнике насосной станции и оси ствола гидромонитора, м;  $L_m$ ,  $i_m$  – соответственно длина магистрального водовода и удельные линейные потери напора в нем, м/м;  $L_z$ ,  $i_z$  – то же забойных водоводов;  $h_r$  – потери напора в гидромониторе, м

$$h_r = k_r (Q_{гм} / 3600)^2, \quad (6)$$

где  $k_r$  – коэффициент потерь напора;  $h_n$  – потери напора в насадке, м

$$h_n = 0,00496 \frac{(Q_{гм}/3600)^2}{d_n^4}. \quad (7)$$

Далее принимается тип гидромонитора и его  $k_r$  – коэффициент потерь напора в гидромониторе,

диапазон подач гидромонитора (напорная характеристика гидромонитора). Коэффициент потерь напора равен 14,3 для гидромонитора ГМД-250 и 12,5 для гидромонитора ГМН-350. Для новых гидромониторов ГД-300 и Т-521 он был установлен в результате экспериментальных исследований [12] и составляет для ГД-300 –  $k_r = 26,6$ ; для Т-521 –  $k_r = 22,0$ .

Определяются также величины  $H_r$ ,  $L_m$ ,  $L_z$ , диаметры магистральных  $D_m$  и забойных водоводов  $D_z$ , а затем по известным методикам рассчитываются удельные линейные потери напора в них.

2. Рассчитывается количество гидромониторов по формуле

$$N = Q_p / Q_{гм} \quad (8)$$

3. Определяется разветвленность трубопроводной сети водоснабжения.

Гидромониторы могут быть любых типов и, следовательно, их расходы  $Q_{гм1}$  и  $Q_{гм2}$  также будут различны. Если частное от деления величины  $Q_p$  на расходы  $Q_{гм1}$  или  $Q_{гм2}$  меньше единицы, то далее производится расчет неразветвленной внешней сети.

4. Определяется напорная характеристика для неразветвленной внешней сети насосно-гидромониторной установки.

Расчетная схема такой насосно-гидромониторной установки показана на рис.1.

Для определения напорной характеристики такой внешней сети насосно-гидромониторной установки рассчитывается обобщенный коэффициент сопротивления магистрального трубопровода:

$$R_{см} = \left( \lambda_m \frac{L_m}{D_m} + \sum \xi_m \right) \frac{0,81}{g D_m^4} \quad (9)$$

где  $\lambda_m$  – коэффициент линейных гидравлических сопротивлений магистрального трубопровода:

$$\lambda_m = \frac{0,0147}{D_m^{0,312}} \quad (10)$$

$L_m$  – длина магистрального трубопровода, м;  $D_m$  – внутренний диаметр магистрального трубопровода, м;  $\sum \xi_m$  – сумма коэффициентов местных гидравлических сопротивлений магистрального трубопровода;  $R_{см}$  – обобщенный

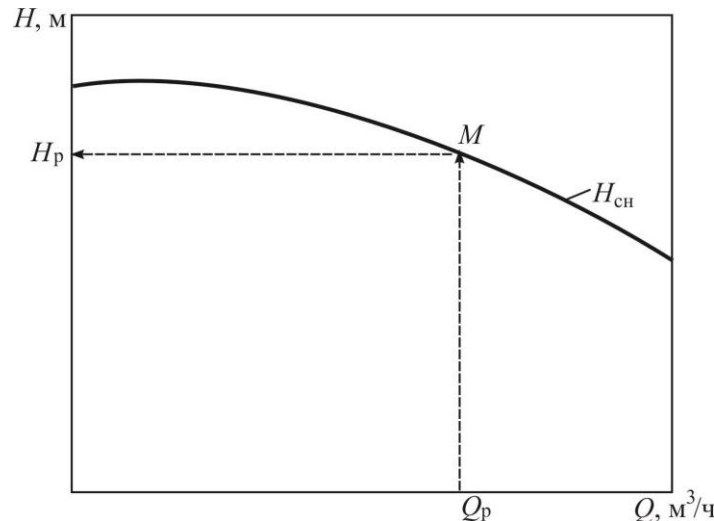


Рис. 2. Определение расчетного напора  $H_p$  по известной расчетной подаче насосной станции  $Q_p$ .  
 Fig. 2. Determination of the design pressure  $H_p$  by the known design flow of the pumping station  $Q_p$ .



Рис. 3. Расчетная схема насосно-гидромониторной установки с разветвленной внешней сетью (два рабочих гидромонитора):

НС – насосная станция; МТ – магистральный трубопровод; РТ1 и РТ2 – разводящие трубопроводы соответственно первого и второго гидромониторов; ЗТ1 и ЗТ2 – забойные трубопроводы первого и второго гидромониторов; ГМ1 и ГМ2 – гидромониторы №1 и №2

Fig. 3. The design scheme of the pump-hydraulic installation with branched external network (two working hydromonitors):

НС - pumping station; МТ - trunk pipeline; РТ1 and РТ2 - distribution pipelines of the first and second hydraulic monitors, respectively; ЗТ1 and ЗТ2 - downhole pipelines of the first and second hydraulic monitors; ГМ1 and ГМ2 - hydraulic monitors No. 1 and No. 2

коэффициент сопротивления забойного трубопровода:

$$R_{сз} = \left( \lambda_3 \frac{L_3}{D_3} + \sum \xi_3 \right) \frac{0,81}{gD_3^4}; \quad (11)$$

где  $\lambda_3$  – коэффициент линейных гидравлических сопротивлений забойного трубопровода, определяемый по формуле (10) для труб диаметром  $D_3$ ;  $L_3$ ,  $D_3$  и  $\sum \xi_3$  – соответственно длина (м), диаметр (м) и сумма коэффициентов местных гидравлических сопротивлений забойного трубопровода.

5. Рассчитывается величина обобщенного коэффициента сопротивления гидромонитора.

Формула для расчета обобщенного коэффициента сопротивления гидромонитора имеет вид:

$$R_{ГМ} = k_2 + \frac{0,0827(\xi_n+1)}{d_n^4}; \quad (12)$$

где  $\xi_n$  – коэффициент гидравлического сопротивления насадки;  $d_n$  – диаметр насадки,

м;  $k_2$  – коэффициент потерь напора в гидромониторе;  $Q$  – расход воды, м³/с.

6. Определяются потери напора в гидромониторе по формуле:

$$h_{Г} = k_{Г} Q_{ГМ} / 3600. \quad (13)$$

7. Определяется суммарное сопротивление всей внешней сети с учетом геодезической высоты подъема воды, обобщенных коэффициентов сопротивления магистрального трубопровода, забойного трубопровода и гидромонитора.

Напорная характеристика внешней сети такой насосно-гидромониторной установки будет определяться уравнением:

$$H_c = H_2 + (R_{сМ} + R_{сз}) \cdot Q^2 + R_{ГМ} \cdot Q^2. \quad (14)$$

8. Определяется величина расчетного напора  $H_p$  по известной расчетной подаче насосной станции  $Q_p$  графическим методом (рис. 2).

9. Производится расчет необходимого диаметра насадки гидромонитора по формуле [14]:

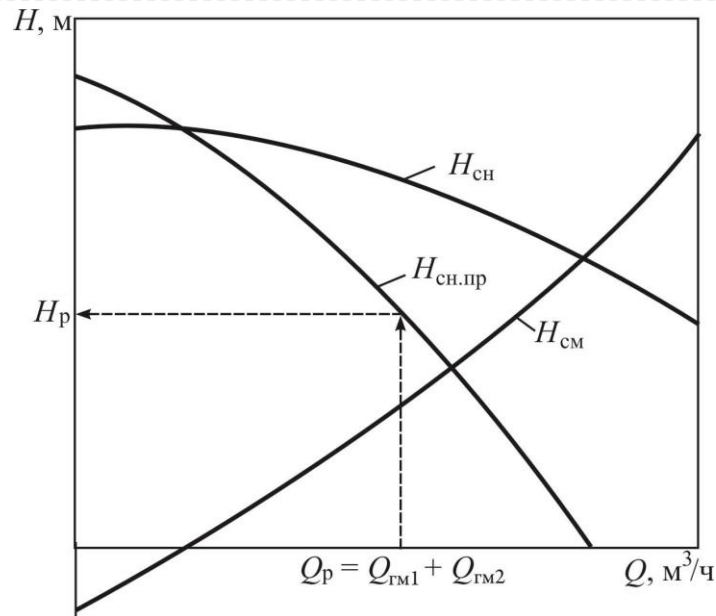


Рис. 4. Приведение напорной характеристики насосной станции в т. А (см. рис. 3):  $H_{нс}$  – напорная характеристика насосной станции,  $H_{см}$  – напорная характеристика магистрального трубопровода;  $H_{нс.пр}$  – приведенная в т. А напорная характеристика насоса  
Fig. 4. Bringing the pressure characteristics of the pumping station in p. A (see Fig. 3): - pressure characteristic of the pumping station, - pressure characteristic of the main pipeline; - given in p. A pressure characteristic of the pump

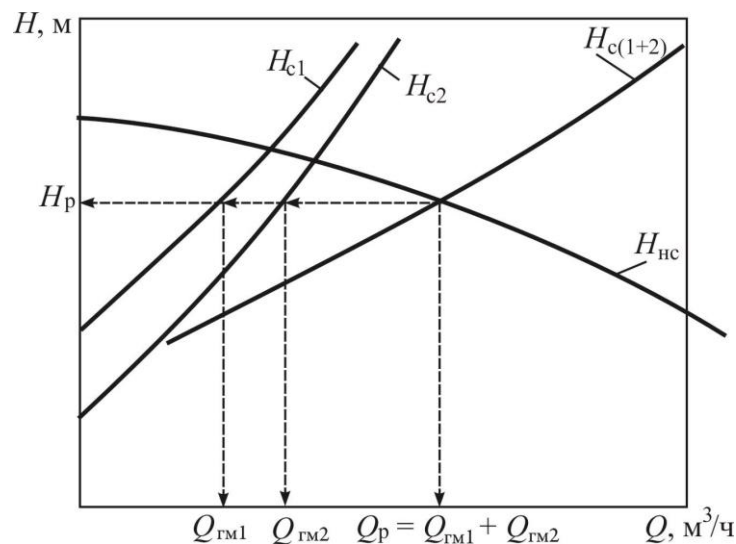


Рис. 5. Анализ работы насосной станции на два параллельно работающих трубопровода  
Fig. 5. Analysis of the operation of the pumping station in two in parallel working pipeline

$$d_{нс.р} = \sqrt[4]{\frac{0,0827(1+\xi_{нс}) \cdot Q_p^2}{H_p - A - k_c \cdot Q_p^2}} \quad (15)$$

где  $H_2 + (R_{см} + R_{с3}) \cdot Q^2 = A = \text{const}$ ,  $Q$  – определенный расход воды (в данном случае  $Q = Q_p$ ),  $\text{м}^3/\text{с}$ .

**10.** По величине  $d_{нс.р}$  (или  $d_{нс.р}$  при разветвленной сети) выбираются стандартные

насадки.

Обычно принимают насадку с ближайшим к  $d_{нс.р}$  диаметром. Если гидромониторов несколько, то можно выбирать разные насадки с ближайшим меньшим и с ближайшим большим стандартным диаметром.

**11.** Определяется напорная характеристика

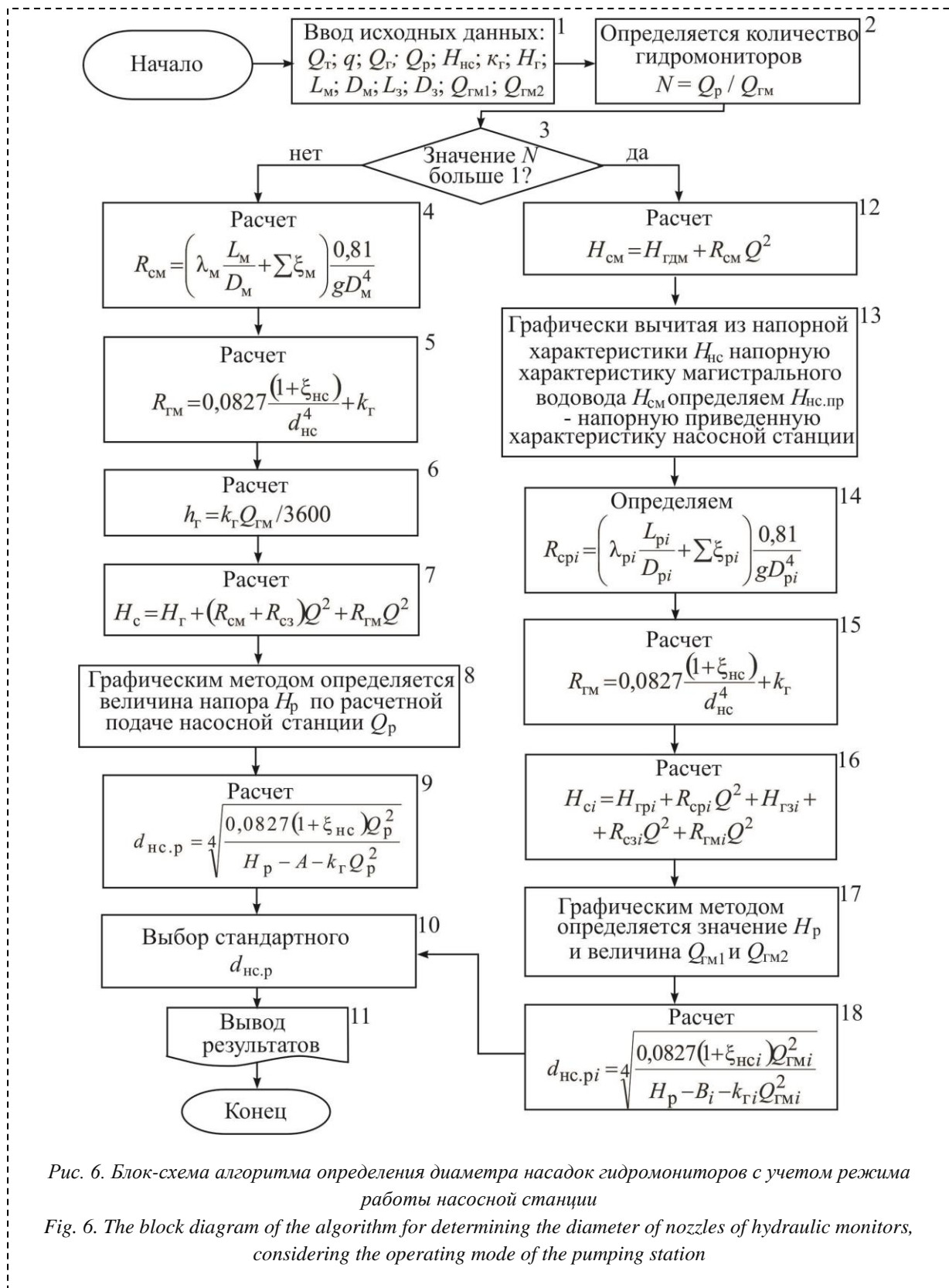


Рис. 6. Блок-схема алгоритма определения диаметра насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции

Fig. 6. The block diagram of the algorithm for determining the diameter of nozzles of hydraulic monitors, considering the operating mode of the pumping station

для разветвленной внешней сети насосно-гидромониторной установки.

Расчетная схема такой насосно-гидромониторной установки показана на рис.3)

Напорная характеристика магистрального трубопровода рассчитывается по уравнению:

$$H_{см} = H_{ГДМ} + R_{см} Q^2. \quad (16)$$

12. Определяется напорная характеристика насосной станции  $H_{нс.пр}$ .

Сначала необходимо привести напорную характеристику насосной станции в точку разветвления трубопроводов А (рис. 3).

Для этого графически вычитаем из напорной характеристики  $H_{nc}$  насосной станции (см. рис. 4) напорную характеристику  $H_{см}$  магистрального водовода. Приведенная напорная характеристика будет  $H_{nc.пр.}$

**13.** Рассчитывается обобщенный коэффициент сопротивления  $i$ -го разводящего трубопровода:

$$R_{cp_i} = \left( \lambda_{p_i} \frac{L_{p_i}}{D_{p_i}} + \sum \xi_{p_i} \right) \frac{0,81}{g D_{p_i}^5}. \quad (17)$$

**14.** Для каждого  $i$ -го гидромонитора по формуле определяется обобщенный коэффициент сопротивления:

$$R_{гм} = k_c + \frac{0,0827(\xi_n + 1)}{d_n^4}. \quad (18)$$

**15.** Определяется сопротивление каждой из двух ветвей внешней сети от точки А до гидромониторов включительно по формуле:

$$H_{c_i} = H_{гр_i} + R_{cp_i} Q^2 + H_{зг_i} + R_{сз_i} Q^2 + R_{гм_i} Q^2. \quad (19)$$

**16.** Графическим методом (рис. 5) определяется значение расчетного напора насосной станции  $H_p$ .

Для этого на оси подач откладывается величина  $Q_p$  и соответствующим построением, показанным линиями со стрелками, определяется значение  $H_p$ . Сопротивление каждого из разветвляющихся трубопроводов  $H_{c_1}$  и  $H_{c_2}$  равно расчетному напору  $H_p$  насосной станции при подаче  $Q_p$ , что позволяет определить значения  $Q_{гм_1}$  и  $Q_{гм_2}$ .

**17.** Рассчитываются диаметры насадок для каждого гидромонитора по формуле:

$$d_{nc.p_i} = \sqrt[4]{\frac{0,0827(1 + \xi_{nc_i}) \cdot Q_{гм_i}^2}{H_p - B_i - k_{c_i} \cdot Q_{гм_i}^2}}. \quad (20)$$

Пользуясь зависимостью (20), можно определить диаметры насадок любого количества гидромониторов, разводящие трубопроводы которых начинаются в одной точке.

Блок-схема алгоритма определения диаметра насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции представлена на рис. 6.

### Выводы

Таким образом, представленный алгоритм определения диаметра насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции позволяет обеспечить условия устойчивой работы новой безопасной и экономически эффективной гидромеханизированной технологии разработки намывного массива гидроотвала с водонасыщенными, с низкими показателями прочности и несущей способности породами и их перемещения в новую емкость. При этом появляется новая технология, совмещающая в одной технологической цепи последовательно процессы гидромониторного размыва пород и их разработки землесосным снарядом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кононенко, Е.А. Гидромеханизация в Кузбассе / Е.А. Кононенко, А.А. Романов // Горный журнал. – М., 2006. – № 11. – 67-73.
2. Ческидов, В.В. Комплексное зондирование намывных отложений гидроотвала №3 разреза «Кедровский» // Горная Промышленность. – М., 2011. – №6 (100). – С. 70-76.
3. Мироненко, И.А. Проблемы переукладки гидроотвалов четвертичных вскрышных пород / И.А. Мироненко, С.И. Протасов // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений. Сб. докладов VII Междунар. научно-практ. конф. – Екатеринбург, 2018. – С. 22-25.
4. Федосеев, А.И. Опыт отработки намывных четвертичных пород с площади бывшего гидроотвала №3 ОАО «Разрез Кедровский» / А.И. Федосеев, В.Р. Вегнер, С.И. Протасов, С.П. Бахаева // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ. – 2004. – №3. – С. 268-273.
5. Мироненко, И.А. К вопросу перемещения четвертичных вскрышных пород, уложенных в гидроотвалы Кузбасса (доклад) VIII Междунар. научно-практ. конф. «Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений» 4-5 апреля 2019: сб. докладов. – Екатеринбург: УГГУ, 2019. – С. 152-158.
6. Корчагина, Т.В. Технология разработки пород, намывных ранее в гидроотвал №2 разреза АО «Черниговец», гидромонитором и землесосным снарядом / Т.В. Корчагина, С. И. Протасов, И.А. Мироненко, А.В. Дониц // Вестник / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. ун-т им. Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2019. – № 3. – С. 82-93.
7. Мироненко, И.А. Обоснование места складирования пород при их переукладке из гидроотвала №2 разреза «Черниговец» / И.А. Мироненко, А.В. Дониц // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2018. Материалы XVII Междунар. научно-практ. конф., 22-23 ноября 2018 г. Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. ун-т им. Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2018. – С. 113.1-113.9.

8. Патент РФ на изобретение №2681772. Способ гидромеханизированной переукладки пород / В.С. Федотенко, С.И. Протасов, И.А. МIRONENKO, А.Е. Кононенко. – МПК<sup>6</sup> E21C 41/26. – 2018118218; Заявлено 17.05.18; Опубл. 12.03.19; БИ № 8. – 2 с.
9. Протасов, С.И. Оценка эффективности гидромониторного размыва пород перед их земснарядной разработкой при переукладке гидроотвалов / С.И. Протасов, И.А. МIRONENKO // Маркшейдерия и недропользование. – Москва, 2019. – № 3. – С. 35-39.
10. Протасов, С.И. Исследование влияния горнотехнических условий на производительность гидрокомплекса для совместной разработки пород гидроотвалов гидромонитором и землесосным снарядом / С.И. Протасов, И.А. МIRONENKO // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-техн. журнал). – Москва: Горная книга, 2019. – №10. – С. 55–64.
11. Поклонов, Д.А. Определение необходимых диаметров насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции / Д.А. Поклонов, Ю.И. Литвин, С.И. Протасов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2012. – № 4. – С. 52-55.
12. Поклонов, Д.А. Экспериментальное исследование напорных характеристик гидромонитора ГД-300 // Маркшейдерия и недропользование. – 2013. – №5. – С. 51-53.
13. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. – М.: Недра, 1982. – 405 с.

## REFERENCES

1. Kononenko, E.A. Hydromechanization in Kuzbass / E.A. Kononenko, A.A Romanov // Mining magazine. – M., 2006. – № 11. – P. 67-73.
2. Cheskidov, V.V. Complex sensing of hydro dump`s overburden of hydro dump №3 of «Kedrovsky» open pit. // Mining industry. – M., 2011. – №6 (100). – P. 70-76.
3. Mironenko, I.A. Problems of over moving of hydro dumps of Quaternary sediments / I.A. Mironenko, S.I. Protasov // Innovative geotechnologies for development ore and non-metallic deposits. Collection of reports of VII International scientific and practical conference. – Ekaterinburg, 2018. – P. 22-25.
4. Fedoseev, A.I. Experience of moving washed Quaternary sediments of old hydro dump №3 «Razrez Kedrovsky» OJSC/ A. I. Fedoseev, V. R. Vegner, S. I. Protasov, S. P. Bakchaeva // Mining information and analytics bulletin. – M.: MSMU. – 2004. – №3. – P. 268-273.
5. Mironenko, I.A. By the question of moving of Quaternary sediments dumped in old hydro dumps in Kuzbass (report) VIII International scientific and practical conference «Innovative geotechnologies for development ore and non-metallic deposits» 4-5th April 2019: collection of reports. – Ekaterinburg: URSMU, 2019. – P. 152-158.
6. Korchagina, T.V. Technology of excavation of overburden, previously washed on hydro dump №2 of open pit «Chernigovets» JSC by hydromonitor and suction dredger / T.V. Korchagina, S.I. Protasov, I.A. Mironenko, A.V. Donich // Vestnik / FGBOU VO «Kuzbass state university of T. F. Gorbachov». – Kemerovo, 2019. – №3. – P. 82-93.
7. Mironenko, I.A. Technical justification of dumping site of dumps which moved from old hydro dump №2 of open pit «Chernigovets» / I.A. Mironenko, A.V. Donich // Natural and intellectual resources of Siberia. Sibresurs 2018. Collection of XVII International scientific and practical conference, 22-23th November 2018. Kemerovo [e-library] / FGBOU VO «Kuzbass state university of T.F. Gorbachov» - Kemerovo, 2018. – №3. – P. 113.1-113.9
8. Patent RF for invention №2681772. Method of hydromechanizational over moving of dumps / V.S. Fedotenko, S.I. Protasov, I.A. Mironenko, A.E. Kononenko. – МПК<sup>6</sup> E21C 41/26. – 2018118218; declared 17.05.18; published 12.03.19; BI № 8. – 2 p.
9. Protasov, S.I. Determine of efficiency of hydromonitor excavation of overburden for moving old hydro dump before their excavation of suction dredger / S.I. Protasov, I.A. Mironenko // Geomar. – Moscow, 2019. – № 3. – P. 35-39.
10. Protasov, S.I. Researching of influence of mining and technical conditions on performance of hydrocomplex for combine hydromonitor and suction dredger excavation of old hydro dumps / S.I. Protasov, I.A. Mironenko // Mining information and analytics bulletin. – Moscow: Gornaya kniga, 2019. – №10. – P. 55-64.
11. Poklonov, D.A. Determine of proper diameters of hydromonitor`s nozzle in consideration of the operation mode of pumping station / D.A. Poklonov, Y.I. Litvin, S.I. Protasov // Vestnik KuzGTU. – Kemerovo, 2012. – №4. – P. 52-55.



12. Poklonov, D.A. Experimental study of the pressure characteristics of the hydromonitor GD-300 // Mine surveying and mineral resources use. – 2013. – № 5. – P. 51-53.
13. Typical technological schemes of mining at coal mines. – М.: Nedra, 1982. – 405.

Поступило в редакцию 22.01.2020

Received 22 January 2020