

ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ СЫРЬЯ

Шкурганова М.А., студентка

Подлозная Д.С., Картынный А.А., студентки 3 курса

Научный руководитель Стасевич В.И.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В данной статье рассматриваются технологические и экологические особенности перспективного для Республики Беларусь гидромеханизованного способа добычи полезных ископаемых, особое внимание уделяется экологическому аспекту данного способа, а также приводятся методика расчета для оценки осветления воды на карте намыва.

Ключевые слова: гидромеханизованный способ, водоохранные мероприятия, обратное водоснабжение, пруд-отстойник.

В современной горнодобывающей промышленности всё чаще возникает вопрос: как не только снизить себестоимость добычи полезных ископаемых, но и минимизировать воздействие на окружающую среду при разработке обводнённых месторождений? Одним из таких перспективных направлений является гидромеханизованный способ добычи (Гидравлический способ). Несмотря на то, что в Республике Беларусь гидромеханизованный способ находится на стадии внедрения и пока не стал производственным стандартом, нельзя не отметить примеры успешного промышленного использования данной технологии (месторождение песков «Бобрик» Петриковского района, карьер «Четверня» в Жлобине, Хотиславское месторождение Малоритского района).

Гидромеханизованный способ добычи полезных ископаемых (ПИ) получил широкое распространение во всем мире при добыче ПИ на карьерах, строительстве котлованов и каналов различной формы и назначения, насыпей, искусственных земляных плотин, дамб, при углублении и прочистке дна рек и озер, создании искусственных островов для последующего строительства зданий и сооружений. В связи с наличием на многих месторождениях песчано-гравийных смесей (ПГС) в Республике Беларусь высокого уровня грунтовых вод считаем возможным применение гидромониторов (для производства вскрышных работ, к примеру ОАО «Доломит») и особенно земснарядов для добычи песков и ПГС. Гидромеханизованный способ способен решить следующие задачи:

- изменение производительность карьера и общей схемы организации добычных работ;
- оптимизация вскрышных и горно-капитальных работ;
- выбор оптимальной системы разработки;

- размещение отвального хозяйства;
- замена автотранспорта гидротранспортом;
- охрана и восстановление водных ресурсов;
- снижение нагрузки от горных работ на окружающую среду;
- водоснабжения для производственных нужд [1].

Гидромеханизированный способ требует значительных объемов воды и жесткого соблюдения требований законодательства РБ и земельного отвода под гидроотвалы и склады готовой продукции. Таким образом, эффективность гидромеханизированных работ необходимо рассматривать с учетом законодательно определенного объема водоохраных мероприятий. В Республике Беларусь взято направление с организацией технологических процессов вскрышных и добычных работ на месторождениях полезных ископаемых (МПИ) с использованием оборотного водоснабжения значительно снижает нагрузку от горных работ на окружающую среду. Но при этом оборотное водоснабжение создает ряд проблем технического характера, что нашло отражение в Водном кодексе Республики Беларусь [2].

Несмотря на то, что гидромеханизированный способ разработки является прогрессивным направлением комплексной механизации разработки МПИ, он может стать причиной повышенного загрязнения окружающей среды, если технологические процессы горных работ не будут сопровождаться водоохраными мероприятиями.

Кроме того, рядом авторов [3] указывается, что при загрязнении воды твердыми взвешенными в оборотной воде частицами быстро изнашиваются детали и рабочие органы водяных насосов. При оборотном водоснабжении для эффективной работы центробежных насосов содержание твердых частиц в оборотной воде технологического процесса не должно превышать 500 мг/л.

После проведенных наблюдений на различных предприятиях с использованием гидромеханизированных работ сделан вывод, что содержание твердых частиц в оборотной воде может изменяться от 0 до 5 г/л. При работе в неблагоприятных условиях содержание твердых частиц в оборотной воде может составлять от 20 до 30 г/л. Опыт внедрения и применения оборотного водоснабжения показал:

- содержание фракций менее 0,1 мм в воде, поступающей в водяные насосы в количестве 30—40 г/л, приводит к незначительному снижению КПД насосных установок;
- присутствие твердых частиц в оборотной воде, подаваемой в водяные насосы в количестве 30—40 г/л, приводит к повышенному расходу электроэнергии за 1 ч работы (для насоса Д 1600-90 до 8 кВт·ч, для насоса Д 1250-125 до 10,5 кВт·ч);
- эффективность осветления сточных вод в отстойниках зависит от

содержания илистых и глинистых фракций: для осветления оборотной воды до 0,5—1 г/л твердых фракций при содержании в гидросмеси 80 % илисто-глинистых фракций объем прудка-отстойника должен быть не менее 12—19 суточной производительности гидромониторно-землесосных комплексов; при содержании в гидросмеси 60 % илисто-глинистых фракций не менее 8,5—14,5 суточной производительности; при содержании 40 % — 5,5-9,5 суточной производительности и при 20 % — 3-5 суточной производительности. [3].

Нельзя забывать и о том, что может появиться необходимость сброса части воды из прудка-отстойника во внешний водоприемник из-за паводковых, продолжительных ливневых вод, а иногда и полного удаления воды из отстойника в случае аварии. При этом может быть нанесен некоторый ущерб окружающей среде. Подытоживая выше сказанное, авторы считают, что вопросы рационального использования и осветления оборотных воды являются актуальными.

Пруд-отстойник при оборотном водоснабжении предназначен для осветления пульпы за счет осаждения взвешенных частиц и рассчитывается как пруд-отстойник непрерывного действия. Линейные размеры и объем пруда-отстойника, обеспечивающие осаждение частиц заданной крупности, расположение насосных станций для забора чистой или осветленной воды определяются расчетами.

При определении линейных размеров пруда-отстойника необходимо учитывать следующее:

- при пульпе, содержащей 60 % и более частиц менее 0,1 мм, глубина зоны осветления принимается не более 2 м (средняя глубина пруда не менее 4 м); при пульпе, содержащей 25 % и меньше частиц менее 0,1 мм, расчетную глубину зоны осветления принимается до 3 м (средняя глубина пруда 5 м);
- ширину потока пульпы при изливе следует принимать из условия растекания по пляжу под углом 90°;
- растекание пульпы в пруде следует принимать под углом 13° на расстояние, равное $2/3L$, где L — расстояние между местом поступления пульпы в пруд и водоприемником осветленной воды (предполагается, что на остальном пути поток пульпы сужается до размеров водосливного размера водоприемника).

На каждом участке движение потока принимается равномерным, и принимается за расчетную площадь живого сечения средняя из граничных площадей участков. Предлагаем следующую методику расчета величины осветления воды на карте намыва при оборотном водоснабжении.

1. Определяем среднюю скорость движения пульпы от места выпуска до водосбросного колодца по формуле:

$$V_n = Q_{ст} / (BH_i), \quad (1)$$

где $Q_{\text{ст}}$ – расход воды, проходящий через водосбросный колодец, $\text{м}^3/\text{с}$;

B – активная ширина прудка-отстойника, м.

H_i – глубина прудка-отстойника, м.

2. Рассчитываем гидравлическую крупность частиц грунта, осаждающихся в прудке:

$$W = v V_n H_i / L_1, \quad (2)$$

где v – коэффициент извилистости;

H_i – глубина прудка-отстойника, м.

L_1 – длина прудка-отстойника, м.

3. Осветленность воды, $\text{мг}/\text{л}$, определяем по формуле:

$$P_k = 1000 P \rho / (3,6 Q_{\text{ст}}) \quad (3)$$

где P_k – расход частиц, сбрасываемых через водосбросный колодец, $\text{м}^3/\text{с}$.

ρ – плотность грунта, $\text{т}/\text{м}^3$.

$Q_{\text{ст}}$ – количество воды, сбрасываемой через водосбросный колодец, $\text{м}^3/\text{с}$.

Рассчитанное значение P_k сравниваем с допустимой концентрацией взвешенных веществ. Если P_k больше допустимой концентрации, то необходим отстойник, длину которого рассчитываем по приведенным формулам.

Гидромеханизированный способ добычи сырья обладает значительным потенциалом для дальнейшего развития горнодобывающей промышленности Республики Беларусь. Уникальность данной технологии заключается в объединении процессов разработки, транспортирования и укладки грунта в единый неразрывный технологический цикл, что выгодно отличает её от традиционных «сухих» методов разработки месторождений, что позволяет управлять процессами, связанными с охраной окружающей среды.

Литература:

1. Богатов, Б.А. Добыча и переработка горных пород. Осадочные горные породы / Б.А. Богатов, Н.И. Березовский. – БНТУ, 2005. – с.

2. О правовых актах Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 17 июля 2018 г., № 130-3 : в ред. Закона Респ. Беларусь от 17 июля 2023 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=Hk1400149> — Дата доступа: 11.04.2026.

3. Ялтанец И.М. Гидромеханизированные и подводные горные работы: Учебник для вузов. – М.: Издательство ООО «Центр Инновационных технологий».