

## К ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ОБВОДНЕННЫХ И ПОДВОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСКОВ

*А. А. Бондаренко, Е. С. Запара*

*Национальный горный университет, Днепрпетровск*

*Надійшла до редакції 28.03.06*

**Резюме:** Обоснована актуальность применения землесосных снарядов на основании сравнительного технико-экономического анализа известных и апробированных технологических схем разработки материковых обводненных месторождений песков по критерию минимальной себестоимости добычи 1 м<sup>3</sup> полезного ископаемого. Разработана нетрадиционная экологически щадящая технология подводной добычи песков в речных и морских условиях, позволяющая осваивать сложноструктурные месторождения при минимальном ущербе для окружающей среды и уменьшении удельных затрат на добычные работы.

**Ключевые слова:** песок, обводненное месторождение, себестоимость разработки, экологически щадящая технология.

**А. О. Бондаренко, Е. С. Запара. ДО ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ОБВОДНЕНИХ І ПІДВОДНИХ РОДОВИЩ ПІСКІВ.**

**Резюме:** Обґрунтована актуальність використання землесосних снарядів на підставі порівняльного техніко-економічного аналізу відомих і апробованих технологічних схем розробки материкових обводнених родовищ пісків за критерієм мінімальної собівартості видобутку 1 м<sup>3</sup> корисної копалини. Розроблена нетрадиційна технологія підводного видобутку пісків у річкових та морських умовах, яка дозволяє розробляти складноструктурні родовища при мінімізації шкоди навколишньому середовищу і зменшенні питомих витрат на видобувні роботи.

**Ключові слова:** пісок, обводнене родовище, собівартість видобутку, екологічно ошадлива технологія.

**A. O. Bondarenko, E. S. Zapara. TO GROUND OF SANDS LIQUID CONTENTION AND SUBMARINE DEPOSITS RATIONAL MINING TECHNOLOGY.**

**Abstract:** On the comparative technique-economical analysis basis of the known and approved mainland sands liquid contention deposits extraction technology actuality of shallow dredge application for mining is grounded. Untraditional ecologically sparing sands submarine extraction technology is developed in river and marine terms allowing to master the bottom deposits during minimization of harm environment and specific expenses on mining works diminishing.

**Keywords:** sand, liquid contention deposits, prime price of mining, ecologically sparing technology.

## 1. РАЗРАБОТКА МАТЕРИКОВЫХ ОБВОДНЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСКОВ

В последние годы в связи с увеличением объемов потребления строительных песков актуальным становится вопрос расширения сырьевой базы по данному полезному ископаемому. Политика государства по данному вопросу обозначена в программных документах: "Концепция накопления материально-сырьевой базы как основы стабилизации экономики Украины на период до 2010 г." и "Общегосударственная программа развития материально-сырьевой базы Украины на период до 2010 г.". В документах обозначены перспективные направления расширения материально-сырьевой базы, в том числе за счет освоения материковых обводненных, а также речных и морских подводных месторождений песков.

В результате анализа характеристик известных месторождений песков Украины сле-

дует отметить, что происхождение подавляющего большинства их обуславливает наличие водоносного горизонта в толще залежи полезного ископаемого. Так, наличие водоносного горизонта обнаружено в 75 % месторождений, при этом на территории южных областей 81 % месторождений песка обводнены.

Разработка обводненных коренных месторождений песков может осуществляться путем применения следующих традиционных и апробированных технологических схем [1]:

- экскаваторный способ разработки и автомобильный транспорт горной массы;
- способ разработки гидромониторами и напорный гидротранспорт горной массы;
- экскаваторный способ разработки и напорный гидротранспорт горной массы;
- способ разработки плавучими земснарядами, предусматривающий напорный гидротранспорт горной массы.

Основным критерием для принятия технологической схемы разработки месторожде-

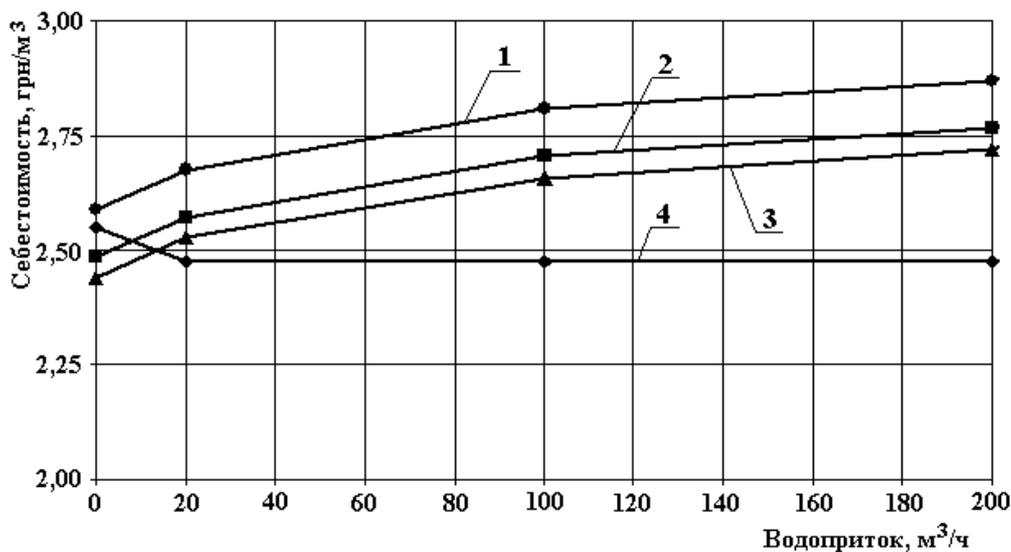


Рис. 1. Сравнительный анализ технологических схем разработки обводненных месторождений песков при годовой производительности предприятия 400 000 м³: 1 – схема разработки гидромониторами; 2 – экскаваторный способ разработки и автомобильный транспорт; 3 – экскаваторный способ разработки и напорный гидротранспорт; 4 – способ разработки плавучими земснарядами



**Рис. 2.** Применение земснаряда при разработке песка в обводненном карьере

ния является энергоемкость или себестоимость, приведенная к единице выпускаемой продукции. Наиболее рациональным вариантом технологической схемы является такой, который обеспечивает минимальную удельную энергоемкость, и, как следствие, минимальную себестоимость добычи единицы продукции.

В результате сравнительного анализа представленных технологических схем (рис. 1), выполненного на основании данных о нормативной и реальной себестоимостях производственных процессов в горном производстве [2], установлено, что минимальную себестоимость добычи  $1 \text{ м}^3$  песка при водопритоке в карьер более  $15 \text{ м}^3/\text{ч}$  обеспечивает способ разработки плавучими земснарядами. Это подтверждает целесообразность применения землесосных снарядов при отработке материковых обводненных месторождений песков и актуальность работ, направленных на совершенствование техники и технологии для подводной добычи.

Согласно данной технологической схеме добычные работы производятся с применением земснаряда (рис. 2), транспортирующего разрабатываемую горную массу по рефу-

лерному и стационарному пульпопроводам на карты намыва, обезвоживающие или обогащательные установки. Подпитка водой котлована земснаряда производится за счет обратного водоснабжения после обезвоживания песка.

При сравнении (на этапе проектирования) отработки Балабановского и Александровского месторождений строительных песков, трех технологических схем добычи – экскаваторами, гидромониторно-землесосными установками и плавучими земснарядами – установлено, что при использовании дизельных земснарядов ЛС-27 и МЗ-11 себестоимость добычи в 1,02–1,4 раза меньше, чем при разработке с использованием других рассмотренных технологических схем выемки обводненного полезного ископаемого [3, 4]. При этом весовая доля затрат в экскаваторной и гидромониторно-землесосной схемах разработки приходится на дренажные работы и водоотлив (18–18,7%). С учетом издержек за нарушение гидрологического режима в районе, прилегающем к месту добычи, указанные затраты достигают 22–24% от себестоимости. Применение электрических земснарядов ЗГМ-1-350А, МЗ-16Э, ЗГМ-2М и др. позволяет уменьшать затраты соответственно в 2,9–4 раза.

## 2. РАЗРАБОТКА ПОДВОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСКОВ

Разработка песка с шельфовых глубин естественных водоемов, в отличие от освоения континентальных обводненных месторождений, требует минимизации отрицательного влияния подводных добычных работ на окружающую среду.

Для добычи песка в морских условиях в настоящее время применяются традиционные устройства: землесосные, многочерпаковые, штанговые, грейферные снаряды [5]. Технология добычи с применением таких устройств предусматривает сплошную отработку дон-

ной поверхності, що влечет за собою негативне вплив на екологічне стан водоему. Це проявляється в замуєнні водоему і повному знищенні поверхнього шару дна, рослинність і мікрофауна якого є кормовою базою для вищих форм водної фауни.

Негативні наслідки масштабної морської видобути пісків достатньо подрбно вивчені. К ним відносяться:

- знищення нерестилищ риби, в результаті чого різко скорочується їх промисел;
- знищення донної флори і фауни;
- забруднення і зменшення пляжної зони;
- оползання берегів в море.

Наприклад, в результаті експлуатації Ялтинського місцезнаходження будівельного піску (1952–1975 гг.) на дні бухти в 250–300 м від берегової лінії утворився підводний кар'єр протяжністю більше 2 км [6]. Внаслідок цього скоротилася територія пляжу і з'явився ризик виникнення оползнів в сейс-

мічно активній зоні на Кримському півострові.

Опыт експлуатації підводних кар'єрів і моделювання процесу динаміки стійкості підводного схилу дозволило зробити висновок, що глибина розробки будівельних пісків в морі повинна бути більше 25–30 м [6]. З такими глибинами шельфової зони і пов'язані реальні перспективи розвитку сировинної бази.

Для підводної видобути піску в морських умовах, що задовольняють вищепереліченим вимогам, був розроблений судовий видобувний комплекс (СДК) (рис. 3), основною відмінною особливістю якого є забезпечення екологічно безпечної видобути піску з глибин до 50 м [6].

Суть екологічно безпечної технології полягає в заборі піску з-під донної поверхності за допомогою гідролічного ґрунтозаборного пристрою (рис. 4) [7]. При

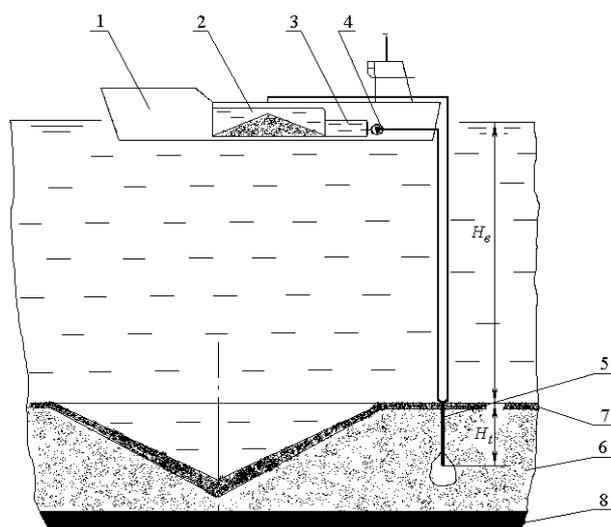


Рис. 3. Схема установки для екологічно безпечної підводної видобути пісків: 1 – видобувне судно; 2 – трюм; 3 – водосборник; 4 – насосне обладнання; 5 – ґрунтозаборний пристрій; 6 – пісок; 7 – покриваючий ил; 8 – підстилююча порода

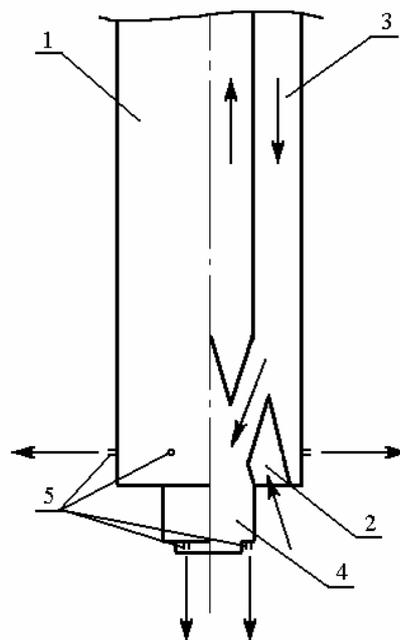


Рис. 4. Схема ґрунтозаборного пристрою: 1 – корпус; 2 – всасуючий патрубок; 3 – напорна поллю; 4 – головка; 5 – розмиваючі форсунки

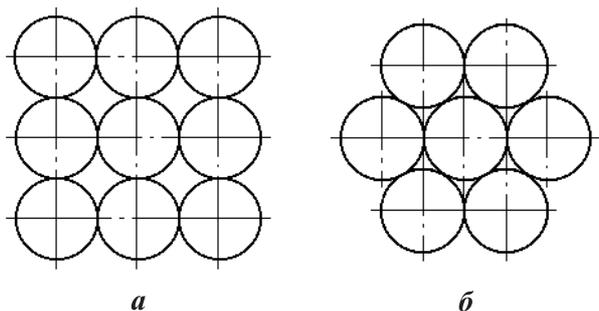


Рис. 5. Схемы расположения центров добычных воронок при ямочной технологии добычи: квадратно-гнездовая (а) и треугольно-гнездовая (б)

этом донная поверхность нарушается минимально и практически исключается образование тонкодисперсных взвесей в зоне забора грунта. Пульпа, содержащая ископаемый песок, подается в транспортное плавсредство, при этом отработанная вода не сливается в водоем, как при традиционной технологии, а посредством системы оборотного водоснабжения направляется обратно в грунтозаборное устройство для обеспечения размыва грунта и работы струйного насоса. Это исключает появление шлейфа мутности воды на поверхности водоема. Система разработки месторождения предполагается ямочная с расположением добычных воронок, обеспечивающих максимальный коэффициент выемки песка.

Наиболее целесообразными представляются две схемы расположения центров добычных воронок: квадратно-гнездовая (рис. 5, а) и треугольно-гнездовая (рис. 5, б) [5].

Коэффициент выемки полезного ископаемого также зависит от относительного шага перестановки рабочего органа (по сравнению с мощностью пласта). При расстоянии между центрами добычных воронок, равному диаметру воронки с устойчивыми откосами по верху, коэффициент выемки для квадратно-гнездовой и треугольно-гнездовой схем соответственно равны 0,26 и 0,30. При уменьшении расстояния между центрами воронок коэффициент выемки увеличивается, а разница коэффициентов для квадратно-гнездовой и треугольно-гнездовой схем уменьшается.

Для апробации основных технических и технологических решений была создана крупномасштабная модель грунтозаборного устройства (М 1:4), представляющая комбинацию водоструйного насоса и гидромонитора. В 1998 г. на Днепровском речном полигоне в устье р. Самары вблизи г. Днепропетровска были проведены испытания экспериментальной установки (рис. 6), включая образцы полноразмерных технических средств добычи и элементов экологически щадящей технологии. В ходе испытаний добычного оборудования и дальнейшей опытно-промышленной добычи песка при глубине воды 2,5–3,5 м, мощности слоя песка 6–8 м, мощности покрывающих пород 1 м были отработаны элементы экологически щадящей технологии добычи песка. В результате оценки экологических последствий отработки полигона установлено отсутствие нарушения донной поверхности,



Рис. 6. Экспериментальная добычная установка на днепровском речном полигоне

сохранение прозрачности воды, сохранение планктонных и донных организмов (90–95 % от исходного состояния) [6]. Общий результат испытаний позволил рекомендовать поддонный способ добычи для промышленного внедрения при разработке подводных месторождений песков.

### 3. ВЫВОДЫ

1. На основании теоретических исследований и опыта проектирования карьеров по разработке материковых обводненных месторождений песков с учетом сравнительного анализа четырех технологических схем – экскаваторная, гидромониторно-землесосная, экскаваторно-землесосная, плавуче-земснарядная – по критерию минимальной себестоимости добычи 1 м<sup>3</sup> полезного ископаемого экономически обоснована целесообразность применения плавучих землесосных снарядов.
2. Внедрение разрабатываемой нетрадиционной экологически щадящей технологии подводной добычи песков в речных и морских условиях позволит осваивать

сложноструктурные месторождения при минимизации ущерба для окружающей среды и уменьшении удельных затрат на добычные работы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по горнорудному делу. Открытые работы. Том 1. – М.: Гос. научно-техн. издат. литерат. по горному делу, 1960. – 926 с.
2. Збірник норм і розцінок для визначення кошторисної вартості експлуатації будівельних машин та механізмів. ДБН IV-3-37. – К.: Держкоммістобудування України, 1997. – 123 с.
3. Балабановский песчаный карьер: Рабочий проект. Горная часть. – Днепропетровск: НГУ, 2004.
4. Проект опытно-промышленной разработки участка "Коминтерн-1" Александровского месторождения песка: Рабочий проект. – Днепропетровск: НГУ, 2005.
5. **Бондаренко А. А.** Горные машины для подводных горных работ: Учебное пособие. – Днепропетровск: РИО НГУ Украины, 2003. – 90 с.
6. **Шнюков Е. Ф., Зиборов А. П.** Минеральные богатства Черного моря. – Киев: ООО "Карбон-Лтд", 2004. – 279 с.
7. Патент України на винахід № 46197, E21C50/00 / Грунтозабірний пристрій / Бондаренко А. О., Запара Є. С., Франчук В. П., Кухар В. Ю.; Опубл. 5.05.2002. Бюл. № 5.