

К ВОПРОСУ ВЗАИМОСВЯЗИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЩАДЯЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ПОДВОДНОГО ЗАБОЯ

Зиборов А.П., НИПИОкеанмаш, г. Днепропетровск

Минерально-сырьевой потенциал шельфа Украины характеризуется достаточно широким спектром твердых полезных ископаемых (ТПИ), (таблица 1). Наиболее подготовлены к промышленному освоению месторождения строительных песков, которые содержат в себе тяжелые минералы (циркон, монацит, ильменит, рутил и т.д.) и попутное золото.

Таблица 1. *Прогнозные ресурсы ТПИ Азово-Черноморского бассейна*

№	Вид ТПИ	Ед. изм.	Прогнозные ресурсы
1.	Строительные пески	млрд.т	100,0
2.	Сапропель (минеральн. удобрения)	млрд. куб.м	320,0
3.	Газогидраты	трл.куб.м	25,0
4.	Ракушечник		практич. не ограничены

В современных условиях комплексы технических средств для освоения этих месторождений наряду с высокой эксплуатационной производительностью, безопасностью и надежностью должны обеспечивать адаптивность горного производства к постоянно меняющейся конъюнктуре сырьевого рынка и щадящее отношение к экосреде. Для выполнения последнего требования одним из основных условий является отнесение горного производства из прибрежной полосы, где с давних пор ведется добыча песка, на глубины более 25-30 м [1].

Для организации морского горного производства в этих условиях необходимы комплексы технических средств, способные эффективно эксплуатироваться на значительном удалении от береговых баз и обеспечивать установленные экологические требования к производственной деятельности в регионе проведения добычных работ. По сути технология и техника добычи должны обеспечивать

формирование экологической политики в регионе ведения добычных работ на уровне морского горнодобывающего предприятия, в котором способность управлять техногенным воздействием на экосреду играет решающую роль при определении перспектив функционирования.

По результатам проведенных исследований геологи прогнозируют только в районе Каркинитского залива Черного моря на глубинах более 25 м. ряд промышленных месторождений кварцевых песков, запасы которых составляют несколько млрд.куб. м.

Учитывая дефицит песка на суше, с этими глубинами связаны реальные перспективы создания мощного сырьевого комплекса причерноморских регионов.

Месторождения морского дна на глубинах более 25 м. могут быть представлены в виде массивов песка, располагающихся в произвольной форме по палеодолинам рек с выходами коренных пород без покрывающих пород или погребенные под слоем ракуши (ила).

В ряде случаев массив песка имеет сложное строение (прослойки ила, ракуши, глины). Возможно также предположить, что и характеристики экосреды в каждом конкретном регионе имеют свою специфику. Поэтому комплексные геоэкологические исследования должны предшествовать освоению месторождения с тем, чтобы в исходных технических требованиях на создание технических средств нашли отражение специфические, характерные только для данного конкретного месторождения, условия.

В общем случае комплекс технических средств для освоения этих месторождений должен включать: технологическое оборудование, обеспечивающее отработку подводного забоя по экологически щадящей технологии; транспортную систему, позволяющую подавать горную массу от забоя на плавсредство, исключаящую загрязнение воды; плавсредство (судно), на котором установлено технологическое оборудование для добычи и, при необходимости, для выделения из песка промпродуктов, хотя бы в виде черного концентрата, или перегрузки в транспортные суда.

Судно с установленным технологическим оборудованием представляет судовой комплекс (СК), который в определенных условиях может быть самовывозным, т.е. иметь определенные емкости (трюмы), по заполнению которых транспортировать сырье (концентрат) в порт разгрузки. Концепция экологически щадящей технологии отработки подводного забоя состоит в том, чтобы свести к техни-

чески возможному минимуму возникновение мутьевых потоков в зоне забоя, при транспортировании горной массы на борт плавсредства, а также нарушение рельефа морского дна после проведения очистных работ. Предполагается, что механическое загрязнение флоры и фауны исключается за счет соответствующего конструктивного исполнения узлов (систем) СК.

К добычным работам на подводном месторождении будем относить: разработку забоя и транспортирование песка на борт плавсредства. Промывка песка, выделение черного концентрата и утилизация (отвалообразование) хвостов - самостоятельный вид работ по обогащению, которые при определенных условиях также могут выполняться на плавсредстве, для чего на его борту должна быть предусмотрена установка специального оборудования.

Технология добычи песка определяется способом отработки очистного забоя, зачистки или планировки плотика, поверхности подступа, порядком подвижки забоя и связанным с этим перемещением плавсредства по полю подводного карьера.

Как известно, для проведения очистных работ применимы многочерпаковые, грейферные, землесосные, эрлифтные, эжекторные рабочие органы (РО) и др. технические средства в зависимости от глубины разработки, горно-геологических и гидрометеорологических условий, а также требований по защите экосреды.

Концепцию экологически щадящей технологии в части снижения мутьевых потоков предполагается реализовать за счет использования способа поддонного (или заглубленного) гидрозабора песка эжекторным РО при ямочной (воронкообразной) отработке очистного забоя и гидротранспортной трубопроводной системе при замкнутом оборотном водоснабжении.

При данном способе не предусматривается проведение СК вскрышных работ. РО бурит скважину через покрывающий слой (ил, ракуша или глина), потом погружается в песчаный массив на определенную глубину, слежавшийся песок переводится в пльвунное состояние и пульпа перемещается на плавсредство.

Нарушение донного рельефа при этом способе сводится к минимуму, если производится посадка покрывающего слоя без его обрушения.

Возможность реализации зависит от условий залегания песчаного массива и от изменения напряженно-деформируемого состояния покрывающего слоя в результате проведения очистных работ при

поддонном гидрозаборе. При отсутствии покрывающего слоя, при необходимости, проводится планировка подустапа, при последовательной отработке забоя слоями или зачистка плотика.

Способ выемки воронками заключается в том, что РО перемещается по вертикали в массиве песка на расчетную величину, образуя конусообразную воронку. Плавсредство в этот период удерживается с определенной погрешностью над точкой забуривания. После погружения РО в массив на глубину слоя и выемки объема песка, соответствующего объему обрушенного забоя (воронки), РО поднимется над донной поверхностью или на плавсредство, которое после этого перемещается на новую точку для отработки следующей воронки. Расстояния между точками забуривания (центрами воронки) в плане забоя зависит от требований к степени выемки месторождения по площади. При послойной отработке забоя выемка по глубине осуществляется путем последовательного перемещения РО на разных отметках, при сплошной выемке разработка производится на всю мощность залежи. Минимальное негативное воздействие на экосреду достигается за счет того, что рабочая зона гидрозабора (выемочное пространство) основное время проведения очистных работ находится внутри песчаного массива и вся отработанная вода пульпы, при замкнутом водоснабжении, возвращается в эту зону, и по завершению очистных работ отработанная вода "захороняется" в воронке.

Если параметры воронки увязаны с напряженно-деформированным состоянием покрывающего слоя и обрушение его по завершению очистных работ не происходит, то сводится к минимуму и разубоживание песка илом или глиной, обычно содержащихся в покрывающем слое, т.е. повышается качество песка. Однако, обладая перечисленными выше преимуществами, способ воронок отличается более низкой производительностью из-за необходимости проведения операций спуска - подъема РО при переходе с воронки на воронку.

Основные факторы, влияющие на параметры РО

- 1. Горногеологические.** Условия залегания подводного месторождения; строение и мощность пласта и физико-технические свойства покрывающих пород. Топография дна (М 1:500) с обозначением формы и размеров препятствий > 0,3 м. Выходы коренных пород; засоренность участка добычи металлом и т.д.
- 2. Гидрологические и экологические.** Температура, соленость и плотность морской воды, направленность и абсолютная величина поверхностных и глубинных течений, включая придонный слой. Допустимая концентрация

взвеси в мутьевом облаке в зоне забоя и перегрузки в транспортные суда. Требования к рельефу донной поверхности по завершению очистных работ.

3. **Технологические.** Система разработки, т.е. порядок подготовительных, вскрышных и добычных работ, увязанных во времени и пространстве. Полнота выемки кондиционных запасов полезного ископаемого. Требования к преодолению нештатных ситуаций и допустимый уровень техногенного воздействия на экосреду региона, вид папильонирования и точность отработки расчетных перемещений плавсредства на выемочной единице.
4. **Технические.** Конструктивно-кинематическая схема грунтозаборного устройства, стыковочные узлы с транспортной системой, связывающей РО с плавсредством. Управление при движении по заданной траектории. Требования к надежности и защите от нештатных ситуаций.
5. **Экономические.** Стоимость материалов и комплектующего оборудования. Затраты на технологическую подготовку производства, изготовление и отработку конструкции в условиях заводских стендов, наземных и морских полигонов, затраты на монтаж (демонтаж) при проведении спуско-подъемных операций. Эксплуатационные расходы. Отпускная цена.
6. **Социальные.** Техника безопасности. Промсанитария (медико-биологические ограничения при проведении ТО и ППР). Уровень ручного труда при блочном методе ППР. Уровень подготовки кадров для проведения монтажных, наладочных работ, ТО и ППР и для обслуживания в процессе эксплуатации.

Наблюдениями в условиях речного полигона в ходе испытаний пилотного образца технологического оборудования было установлено, что концентрация всасываемого песка изменяется по мере формирования воронки.

На рис. 1 показано, что в начале удельный вес пульпы, а, следовательно, и концентрация твердого компонента возрастает, наблюдается несколько пиков, связанных с последовательностью обрушения отдельных частей песчаного массива по мере расширения очистного пространства (воронки), а затем начинает убывать по закону параболы, что объясняется тем, что обрушаемый массив приходит в равновесие.

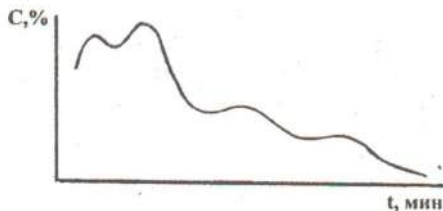


Рис. 1. *Временная зависимость твердого компонента*

С увеличением толщины слоя, а, следовательно, и линейных параметров РО, после определенного предела также наблюдается снижение интенсивности обрушения и количество взвешенного песка в пульпе становится меньше расчетной всасывающей способности РО. Оптимальная мощность слоя соответствует такой производительности РО, когда воронка диаметром, обеспечивающая устойчивость покрывающего слоя, при его наличии, обрабатывается за минимальное время.

В процессе испытаний была подтверждена эффективность предложенной технологии и способа гидрозабора с точки зрения минимизации негативного воздействия на экосреду по сравнению с другими способами добычи. При отсутствии обрушения до 90% исходной массы биоорганизмов сохраняется при неизменном качестве речной воды [2].

В задачи дальнейших исследований по созданию опытно-промышленного СК для подводной добычи входит: построение геоэкологической модели подводных месторождений с целью оптимизации требований к их обработке, позволяющей выполнить установленные экологические ограничения производственной деятельности; уточнение методики разведки месторождений с учетом требований данного способа обработки забоя; разработки научных основ технологии и рабочего процесса обработки подводного забоя при щадящем отношении к экосреде региона добычи; комплекс научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ по обоснованию и выбору оптимальных конструктивно-технологических параметров РО и СК в целом.

Литература

1. Шнюков Е.Ф. и др. Геология шельфа УССР. Твердые полезные ископаемые. - К.: Наукова Думка, 1983. - 199 с.
2. Створення системи промислово-технологічних комплексів та мулів Чорного моря. Дослідні випробування технологічного обладнання для підводного видобутку піску з забезпеченням замкнутого водопостачання робочого органу на річковому родовищі: Звіт про НДР/НДП/океанмаш; Керівник А.П.Зіборов. - № ГР 0198U003691.-1998.- 99 с.