© Е.А. Кононенко, Н.Г. Кафидов, 2007

УДК 622.271

Е.А. Кононенко, Н.Г. Кафидов

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗЕМСНАРЯДНОЙ ДОБЫЧИ СОЛИ НА ОЗЕРЕ БАСКУНЧАК

Существующая технология добычи поваренной соли на озере Баскунчак с применением солекомбайнов (четвёртого поколения производительностью до 300 т/ч) хорошо известна специалистам. Такой солекомбайн представляет собой автономный самоходный агрегат, смонтированный на четырёхосной железнодорожной платформе нормальной колеи. Комбайн перемещается по железнодорожному пути вдоль вылома – разрабатываемого забоя и осуществляет добычу, обогащение и погрузку добытой соли в железнодорожные вагоны, расположенные на соседнем пути (рис. 1).

Такая технология достаточно эффективна, но и не лишена определённых недостатков. Главным из них является значительная величина потерь полезного ископаемого при выемке. Не извлечённая соль хотя и является затравкой для будущей кристаллизации полезного ископаемого при самовосстановлении запасов в озере, однако по отношению к произведённым затратам на процессы такой технологии добычи (отделение соли от массива, прокладку и перекладку железнодорожного полотна и т.п., а также другим производственным и энергетическим издержкам) – это безусловно потери. По оценке специалистов, потери соли при добыче могут достигать 30–50 % от балансовых запасов разрабатываемой панели.

Для применения солекомбайна необходима достаточно высокая несущая способность пласта соли, а в акватории озера Баскунчак часть запасов (по оценкам экспертов их объём составляет 25–30 млн. т) представлена в виде малосвязанных и диспергированных кристаллов. Запасы такой соли сосредоточены в северо-запад-ной его части и приурочены к местам впадения в озеро пресной воды из родников.

Естественно, что ни о какой комбайновой разработке этих запасов соли говорить нельзя. Для их добычи в настоящее время целесообразно применить землесосный снаряд, оснащённый фрезерным рыхлителем. Следовательно, главной задачей для реализации данной технологии является расчёт конструктивных параметров фрезы и обоснование требуемой мощности её привода. При этом необходимо учитывать как прочностные свойства разрабатываемых пород так и возможность повышения эффективности породозабора на принципах учёта и использования свойств окружающей гидросреды.

Прочностные свойства соли озера Баскунчак хорошо изучены для двух основных её компонентов, причём величина предела прочности при одноосном сжатии для чугунки (до 280 кг/см^2) в пять раз превышает значение этого параметра для гранатки. Учитывая тот факт, что земснарядная добыча соли на озере Баскунчак изначально ориентиро-

Рис. 1. Добыча поваренной соли на озере Баскунчак

вана на разработку малосвязанных, а следовательно, наиболее слабых, разупрочненных запасов соли, то при расчёте параметров фрез следует принимать численное значение прочностных свойств – не более 50 % от величины номинальных (средних), характерных для гранатки. Это положение можно считать основным в методическом подходе при обосновании параметров земснарядной добычи соли.

Второе положение вытекает из общего методического принципа подводной добычи соли из раповых озёр – учёт и использование свойств окружающей гидросреды. Плотность рапы, при всасывании её грунтовым насосом, существенно снижает величину подачи гидросмеси, а это в свою очередь (при фиксированном значении диаметра всасывающего трубопровода землесосного снаряда) приводит к снижению скорости всасывания. Следовательно, фреза земснаряда должна формировать такую кусковатость добытой соли, которая, при существующей (фактической) скорости всасывания, полностью, без потерь, забиралась бы земснарядом.

В процессе фрезерования поваренной соли при её добыче землесосным снарядом формируется определённый гранулометрический (зерновой) состав полезного ископаемого. С определённой степенью достоверности его можно характеризовать величиной $d_{ср}$ ($d_{св}$) – средневзвешенным размером частиц. При этом граничная, наиболее крупная фракция разрыхлённой фрезой соли должна забираться осевым всасывающим потоком гидросмеси и транспортироваться по всасывающему патрубку до грунтового насоса и далее по напорному трубопроводу.

Исследованиями [1] установлена взаимосвязь оптимальной скорости всасывания и грансостава транспортируемого твёрдого материала

$$V_{вс}^{опт} = 2{,}66 + 0{,}43\sqrt{d_{св}}\text{, м/с.} \qquad (1)$$

Практические замеры и лабораторные исследования определили рациональное соотношение скоростей вращения фрезы $V_{вр}$ и всасывания гидросмеси $V_{вс}^{см}$, которое опреде-ляется выражением [2]:

$$V_{вр} \approx (0{,}8 \div 1{,}3) \cdot V_{вс}^{см}. \qquad (2)$$

При этом численные значения скоростей всасывания уточняются для конкретных горно-геологических условий разработки, принятой технологии и технических средств.

По приведённым выше соотношениям скоростей всасывания для соответствующего типа земснаряда можно определить средневзвешенный размер кусков (грансостав) добываемой соли, и проанализировать энергетические параметры фрезерования соли.

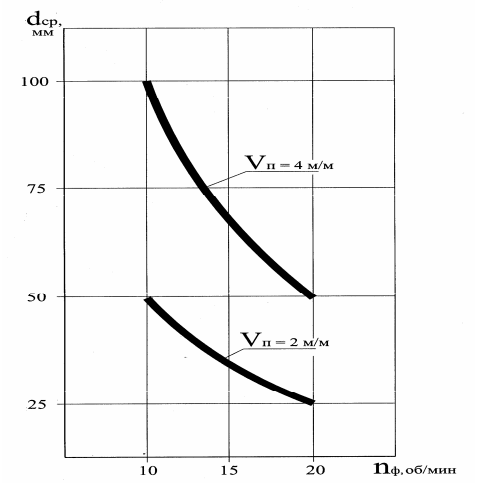

Рис. 2. Зависимость изменения грансостава соли от кинематических параметров рыхления (число лопастей рыхлителя Z = const = 4)

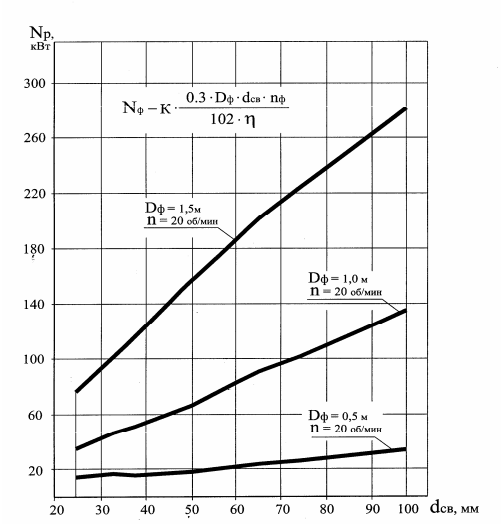

Рис. 3. Энергоемкость фрезерования при добыче соли землесосными снарядами

В табл. 1 приведены основные показатели процесса фрезерования соли и параметров рыхлителей при применении наиболее распространённых типов землесосных снарядов средней производительности (от 50 до 166 м^3/ч по твёрдому).

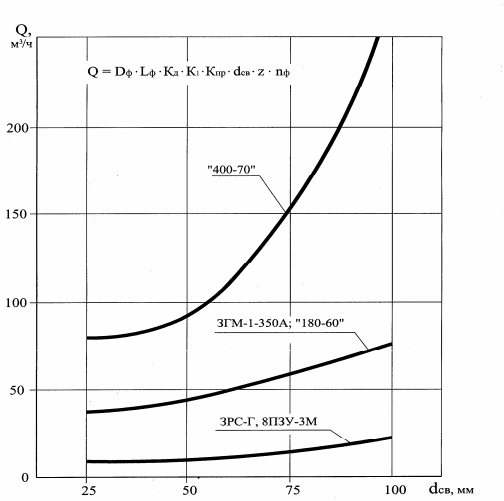

Рис. 4. Производительность землесосного снаряда (по твёрдому) при добыче соли

Следовательно, задаваясь величиной $d_{ср}$, мы получаем требования к конструктивным параметрам фрезы и ограничения к кинематическим параметрам (скоростям перемещения и вращения) фрезерных рыхлителей. Обобщая вышеизложенное, можно считать, что сформирована комплексная модель процесса подводного разрушения породного массива, связывающая в единое целое технические параметры добычного агрегата земснаряда, технолого-экономические параметры процесса гидравлической выемки полезного ископаемого и производительности (по твердому – Q_m, или по гидросмеси – $Q_{см}$) и конструктивные параметры рыхлителя.

Формирование грансостава горной массы с заданными параметрами $d_{ср}$ определяет энергетические затраты на весь процесс земснарядной добычи соли, поскольку производительность при разработке полезного ископаемого и мощность взаимозависимы, причём регулирование кусковатости добываемого полезного ископаемого возможно за

счёт изменения числа оборотов привода фрезы и скорости папильонирования (рис. 2), а также определяется диаметром фрезы (типом земснаряда) (рис. 3). На рис. 4 приведена зависимость изменения производительности землесосных снарядов от величины $d_{св}$

Можно сделать вывод, что для отработки более 25 млн. т соли, которая разупрочнена притоком пресной воды в озеро Баскунчак и не может быть отработана по существующей технологии (с применением солекомбайна), целесообразно применить землесосные снаряды.

С целью исключения потерь соли при выемке земснарядом предлагается реализовать принцип формирования определённого гранулометрического состава фрезеруемого полезного ископаемого, который, с учётом свойств окружающей гидросреды (повышенная плотность рапы по отношению к воде), снижающих фактическую величину подачи грунтового насоса, полностью, без потерь, забирается всасывающим трубопроводом земснаряда.

Для конкретных значений параметров фрезы, установленной на земснаряде (диаметр фрезы, число лопастей, число резцов в линии резания и их расстановка) определена зависимость изменения производительности землесосных снарядов 8ПЗУ-3М; 3ГМ-1-350А; 3РС-Г; "180-60" и "400-70" от средневзвешенного размера кусков разрыхленной соли. Уменьшение величины средневзвешенного размера кусков фрезерованной соли ($d_{ср}$) с 50 мм до 25 мм при применении земснаряда "180-60" потребует увеличения энергоёмкости с 33 до 60 кВт (при $n_ф$ = 20 об/мин).

Производительность по твёрдому при этом уменьшится не менее, чем на 15 %, что может заметно увеличить себестоимость добычи соли. Следовательно, для обоснования величины $d_{ср}$ требуется произвести технико-экономическое сравнение различных вариантов его формирования с учётом последующей переработки продукции. Таким образом, земснарядная добыча соли на озере Баскунчак целесообразна в первую очередь для отработки диспергированных и ослабленных притоком пресной воды запасов соли, для поддержания необходимой производительности предприятия при выходе из строя солекомбайна или его подмене.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Огородников С.П., Сладков В.П.* Расчёт и моделирование параметров процесса подводной разработки грунтов и грунтозаборных устройств землеснарядов. Методические указания. – Калинин: изд-во КПИ. – 1976. – 65 с.

2. *Папулов В.И., Меньшиков В.И., Иванов А.С.* Разработка подводных месторождений полезных ископаемых ЦП НТГО. – М.: МГИ. – 1983. – 97 с. ГИАБ

Коротко об авторах

Кононенко Евгений Андреевич – доктор технических наук, профессор,
Кафидов Николай Геннадиевич – кандидат технических наук,
Московский государственный горный университет.

Статья представлена кафедрой «Технология, механизация и организация открытых горных работ», Московского государственного горного университета.
Рецензент: *Бубис Ю.В.,* профессор, доктор технических наук, Московский государственный горный университет.