

УДК 622.363.1

Н.Г. Кафидов, М.Г. Биркин

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ПРИ ДОБЫЧЕ СОЛИ НА ОЗЕРЕ БАСКУНЧАК

*Даны рекомендации по совершенствованию добычи соли на озере Баскунчак.
Ключевые слова: совершенствование добычи соли, озеро Баскунчак.*

Ведущим соледобывающим предприятием в России является ОАО «Бассоль», добывающее озерную соль.

В настоящее время на озере Баскунчак работают мощные солекомбайны уже четвертого поколения, производительностью до 300 т в час, а общий годовой объем добываемой соли сейчас составляет порядка 2 млн. т (рис. 1).

Наиболее производительными являются озёрные солекомбайны, в добывающей системе которых использо-

уется принцип гидромеханизации. К таким относится солекомбайн типа АМК, разработанный и изготовленный в собственных механических мастерских.

Техническая характеристика солекомбайна типа АМК приведена в табл. 1.

Комбайн смонтирован на железнодорожной платформе и перемещается вдоль очистного забоя по рельсам нормальной колеи, уложенным на поверхность соляного пласта.



Рис. 1. Процесс добычи поваренной соли на озере Баскунчак

Таблица 1

Техническая характеристика солекомбайна типа АМК

Показатели	Единица измерения	Величина
Производительность	т/ч	250
Максимальная глубина разработки	м	3
Ширина захвата	м	1,6
Скорость резания	м/с	2,7
Скорость подачи	м/мин	От 0 до 9 (плавная регулировка)
Общая установленная мощность электродвигателей	кВт	298
Мощность основных электродвигателей:		
фрез	кВт	110 (55 x 2)
главного насоса	кВт	110
Источник энергоснабжения		Дизель-электрический агрегат ДГР-300/500-1
Номинальная мощность	кВА	300
Потери соли при добыче и обогащении	%	До 15
Численность обслуживающего персонала в смену	чел	2
Габариты в рабочем положении:		
длина	м	17,8
ширина	м	10,5
высота	м	10,3
Масса	т	105

На солекомбайне АМК применяется поворотный качающийся исполнительный орган, снабженный двумя режущими головками с встречным вращением фрез и вынесенной системой всасывания.

Исполнительный орган работает следующим образом. Комбайн устанавливается в исходное положение в начале забоя, при этом подвижная рама располагается фрезами по направлению движения (подачи) комбайна и производится заглубление их в пласт. Затем включается главный насос и остальное оборудование. Соль пласта, разрушенная резами фрез, смешивается с рапой (образуется пульпа) и за счет встречного вращения фрез увлекается в зазор между ними и далее выбрасывается в заборник всасы-

вающей системы. После обработки первой заходки комбайн останавливается, подвижная рама рабочего органа совместно с платформой поворачивается на 180°, заглубляется на вторую заходку, и работа продолжается в обратном направлении.

Фреза цилиндрической формы имеет сварную конструкцию (рис. 2). Корпус ее представляет собой трубу, на которой приварены резодержатели (кулаки). Схемы набора кулаков — «елочка». На фрезе применяются тангенциальные резцы.

В передней торцевой части фрезы установлены резцы, которые предназначены для разрушения соли в момент заглубления ее в пласт. В рабочем режиме эти резцы не участвуют.



Рис. 2. Общий вид фрезы солекомбайна



Рис. 3. Общий вид озера с участками отработанных панелей

Главный насос (солесос) осуществляет забор смеси раздробленной соли с рапой и транспортирования ее по трубам к обогатительно-отгрузочной установке. На солекомбайне АМК используется серийно выпускаемый насос 12ГруЛ-12, рабочее колесо которого проточено по наружному диа-

метру на 50 мм для согласования рабочей характеристики насоса с характеристикой системы всасывания и нагнетания комбайна.

После обогащения соли на гидроциклонах сгущенный продукт поступает на валковые дробилки со щелью 5 мм, при этом раскрываются новые включения ила. В процессе дробления в сгущенную соль добавляется свежая рапа из брызгалок. Из дробилок соль поступает в двухспиральный классификатор, где крупные зерна ее оседают на дно и спиралью передвигаются вверх по наклонному днищу к разгрузочному окну, интенсивно перемешиваясь и промываясь встречным потоком свежей рапы.

Мелкие частицы ила, находящиеся в рапе во взвешенном состоянии, переливаются через сливной порог и отводятся. Соль из разгрузочного окна классификатора поступает в зумпф и, оседая на дно, забирается ковшами элеватора. При транспортировке соль в ковшах дополнительно промывается рапой с брызгалок и обезвоживается. Для подачи чистой рапы в гидроциклоны, дробилки, классификатор и элеватор предусмотрен индивидуальный насос.

Вся добытая на озере солекомбайнами соль грузится в железнодорожные вагоны грузоподъемностью 60 т и

доставляется для последующей переработки на солефабрику или на пристань г. Ахтубинска (в 60 км от месторождения) для перегрузки в средства водного транспорта.

На солефабрике из вагонов соль разгружается в завальные ямы, откуда системой наклонных и горизонтальных стационарных и передвижных конвейеров складывается в бурты. С целью обогащения соль для пищевых целей выдерживается там не менее года, после чего она экскаваторами подается на дальнейшую переработку.

Для организации выемки соли на месторождении выделяются панели. Общий вид и расположение панелей хорошо видно на фотографии всей панорамы озера (рис. 3).

С целью обеспечения необходимого фронта выемки панель подразделяют на две полупанели, каждая из них обрабатывается двумя самостоятельными участками со встречным подвиганием фронта работ. Разработка ведется открытыми траншеями с параллельным расположением заходок. Среднегодовое подвигание фронта очистных работ на добычном участке 50—60 м. Между отработанными за год участками соленосного пласта остаются годовые целики. Между встречными забоями смежных участков после их полной отработки оставляют ликвидационные целики. Длина прохода комбайна равна длине панели (2500—2600 м). Отработка производится в прямом и обратном направлениях.

Комбайн с помощью специальной фрезы — рыхлителя — разрушает соляной пласт и за каждый проход вырабатывает открытую траншею (заходку) шириной 1,15 м на глубину до 1 м. При рабочей мощности пласта 7—8 м для выем-

ки траншеи на полную глубину требуется семь проходов комбайна. После отработки пласта на требуемую глубину железнодорожный путь с помощью трактора передвигается и процесс повторяется. Шаг передвижки путей 1,2 м. Добыча соли с одной траншеей составляет около 40 тыс. т, время отработки траншеи (при скорости подвигания комбайна 2,5 м /мин и коэффициенте использования рабочего времени комбайна 0,6) составляет 8—9 суток. Производительность комбайна 220 т/ч. Сезон производства добычных работ ~ 7 месяцев (апрель-октябрь).

Такая технология достаточно эффективна, но и не лишена определенных недостатков. Главным из них является значительная величина потерь полезного ископаемого при выемке. Не извлеченная соль, хотя и является затравкой для будущей кристаллизации полезного ископаемого при самовосстановлении запасов в озере, по отношению к произведенным затратам на процессы данной технологии добычи (отделение соли от массива, прокладку и перекладку железнодорожного полотна и т.п., а также к другим производственным и энергетическим издержкам) — это безусловно потери.

План развития горных работ Баскунчакского месторождения поваренной соли определяет величину потерь полезного ископаемого при добыче ~ 35 %, в т.ч. недобор разрушенной соли составляет 18 %. Фактические потери соли в 2007 г. (при общем объеме добычи 1162 тыс. т) составили ~ 547 тыс. т, а величина погашенных запасов — 1709 тыс. т. Следовательно, недо-

бор разрушенной соли превысил 280 тыс. т. Если считать, что он включает потери соли при загрузке и транспортировке (8,3 тыс.т), на балансировку железнодорожных путей (7,6 тыс.т), то недобор комбайном разрыхленной соли и потери ее, при промывке составляют весьма значительную долю.

Анализ причин потерь полезного ископаемого при применении комбайновой выемки показал, что значительное количество ее теряется из-за несоответствия величины скорости во всасывающем трубопроводе размеру кусков соли, отделяемой фрезой от массива. В этом случае требуется оптимизация параметров гранулометрического состава фрезерованного минерального сырья величине всасывающей скорости, которую обеспечивает установленный на солекомбайне грунтовый насос.

Основную часть всасывающей системы солекомбайна составляет вертикальный трубопровод. Особенностью движения восходящего потока гидросмеси в этих условиях является скольжение вниз твердых частиц относительно потока несущей жидкости. Скорость этого скольжения равна гидравлической крупности твердых частиц в стесненных условиях (скорости стесненного падения твердых частиц в несущей среде) — $W_{ст}^*$, м/с. При этом обязательным условием надежности процесса всасывания твердых частиц является [1]:

$$V_o > W_{ст}^*, \quad (1)$$

где V_o — скорость движения несущей жидкости в восходящем потоке (м/с).

Исследуя кинематику потоков гидросмеси в вертикальных трубопроводах, А.П. Юфин [2] получил зависимость для ее определения:

$$V_o = \frac{V_r - W_{ст}^*}{2} + \sqrt{\frac{(V_r - W_{ст}^*)^2}{4} - V_r \cdot W_{ст}^* \cdot S}, \quad (2)$$

где V_r — средняя скорость потока гидросмеси, м/с; S — средняя расходная концентрация твердого материала в гидросмеси, дол.ед.

Если скорость стесненного падения твердых частиц в несущей среде и, соответственно, гидравлическую крупность считать для самых крупных фракций твердого материала, которые необходимо всасывать, то в выражении (1) можно поставить знак равенства. Подставив выражение (2) в (1) после преобразования и решения уравнения относительно $W_{ст}^*$, получим:

$$W_{ст}^* = \frac{V_r(1-S)}{2} \quad (3)$$

Для турбулентного характера обтекания частиц (число Рейнольдса $Re > 300$) В.В. Длоугий [3] рекомендует следующую формулу для определения скорости стесненного падения твердых частиц:

$$W_{ст}^* = W \sqrt{\frac{(1-S)^3}{1+4,35S^2}}, \quad (4)$$

где W — скорость свободного падения частицы в спокойной несущей среде, м/с.

$$W = 0,725 \sqrt{\frac{g \cdot d_{max} \cdot \rho_r - \rho_o}{\Psi \cdot \rho_o}} \quad (5)$$

где Ψ — коэффициент сопротивления при свободном падении твердых

частиц; g — ускорение свободного падения, м/с^2 ; ρ_T и ρ_o — плотность соответственно твердого материала и жидкости (в данном случае рапы), кг/м^3 .

С достаточной для практических целей приближением величину Ψ можно определить по эмпирической формуле В.В. Трайниса [5]:

$$\Psi \approx 0,65 \sqrt{\frac{660}{\rho_T - \rho_o}} \quad (6)$$

Подставим в зависимость (4) значения величин W (формула 5) и Ψ (формула 6), обозначив буквой K величину $\sqrt{\frac{(1-S)^3}{1+4,35S^2}}$, и решая полу-

ченное уравнение относительно d_{\max} , получим математическое выражение для определения максимального значения размера частиц твердого, которые могут быть полностью захвачены потоком при всасывании:

$$d_{\max} = \frac{\Psi \cdot \rho_o \cdot V_r^2 (1-S)^2}{2,10 \cdot K^2 \cdot g (\rho_T - \rho_o)}; \text{ м} \quad (7)$$

Величина скорости движения потока гидросмеси во всасывающем трубопроводе определяется типом применяемого грунтового насоса и рассчитывается по формуле:

$$V_r = \frac{4 \cdot Q_r}{\pi \cdot D_{\text{вс}}^2 \cdot n}; \text{ м/с}, \quad (8)$$

где Q_r — расход гидросмеси через всасывающий трубопровод, равный подаче грунтового насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; $D_{\text{вс}}$ — внутренний диаметр вертикальной части всасывающего трубопровода, м ; n — количество вертикальных всасывающих трубопроводов у грунтового насоса, ед.

С учетом зависимости (8) в окончательном виде выражение (7) имеет вид:

$$d_{\max} = \frac{0,773 \Psi (1-S)^2 Q_r^2}{K^2 g (\rho_T - \rho_o) D_{\text{вс}}^4 n^2}, \text{ м} \quad (9)$$

Подставив в выражение (9) значения параметров, которые соответствуют условиям эксплуатации солекомбайна на озере Баскунчак, получим величину макси-

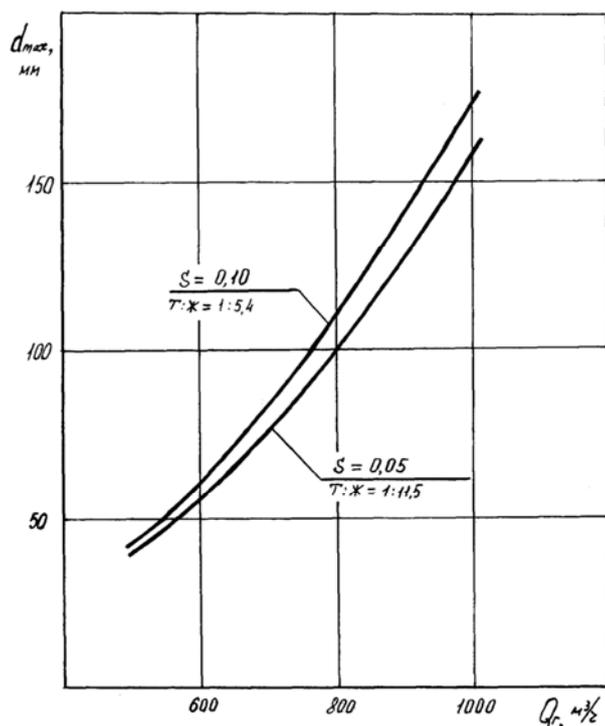


Рис. 4. Изменение величины максимального размера кусков соли, которая может быть поднята на солекомбайн, в зависимости от подачи грунтового насоса

мального размера частиц фрезерованной соли, которые грунтовым насосом 12ГруП-12 могут быть подняты на солекоmbайн.

Установленная зависимость позволяет определить соотношение между величиной подачи грунтового насоса и значением максимального размера кусков соли, которые

гарантированно будут забираться на солекоmbайн (рис. 4).

Теперь, с целью сокращения величины потерь полезного ископаемого, добываемого на озере Баскунчак, следует определить гранулометрический состав соли после ее фрезерования и согласовать его характеристики с возможностями всасывания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Нурок Г.А.* Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. М., Недра, 1985.
2. *Юфин А.П.* Напорный гидротранспорт. М., Стройиздат, 1974.
3. *Справочник по обогащению руд.* Основные и вспомогательные процессы / Под ред. О.С.Богданова, В.А.Олевского. - М.:Недра,1984..
4. *Нурок Г.А., Бруякин Ю.В., Ляшевнич В.В.* Гидротранспорт горных пород. М., МГИ, 1974.
5. *Трайнис В.В.* Параметры и режимы гидравлического транспортирования угля по трубопроводам. М., Наука, 1970.
6. *Шелоганов В.И., Кононенко Е.А.* Насосные установки гидромеханизации. М., МГТУ, 1999. **ГЛАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кафидов Н.Г. — доктор технических наук, директор, Научно-технический центр «Недра», ntc-nedra@vlink.ru,

Биркин М.Г. — директор, Инженерно-технический центр «Интеллект», intellect@tele-kom.ru.



РАЗМЫШЛЕНИЯ И ДИАЛОГИ

- Все издают книги с советами: как заработать миллион, как построить дом, как научить плавать, как бросить курить, как сдать ЕГЭ. А сами авторы умеют это делать?
- Не уверен, просто у них бизнес такой – всем давать советы.