

Выводы

1. В результате проведенных работ выполнена предварительная оценка запасов гидроминерального сырья в Северном отсеке озера Красное.
2. Разработана технология бассейнового упаривания вод Северного отсека озера Красное в испарительном бассейне площадью 1200 га.
3. Разработана технология переработки сульфатов магния в сбросных маточниках и рапе Западного Сиваша.
4. Разработана технология получения слабого сырого рассола из мирабилита и вод Северного отсека озера Красное.

Литература

1. Понизовский А.М. Солевые ресурсы Крыма / А.М. Понизовский. – Симферополь: Крым, 1965. – 263 с.
2. Кодекс Украины «О недрах» // Ведомость № 36. – 1994.
3. Валеев И.Г. Отнесение Северного отсека озера Красное к техногенным месторождениям полезных ископаемых / И.Г. Валеев, Е.К. Павлова, А.Ю. Чебанов, С.М. Зуев // Сборник научных трудов Государственного научно-исследовательского и проектного института основной химии (НИОХИМ). Серия : Химия и технология производств основной химической промышленности. – Харьков: 2007. – Т. 75. – С. 139 – 142.
4. ТЭО технологии бассейнового упаривания вод Северного отсека озера Красное в испарительном бассейне площадью 1200 гектаров. – Харьков: ГЦИУ «УкрВОДГЕО», НИОХИМ, 2007.
5. ТЭО технологий переработки сульфатов магния в хлоридных маточниках и рапе Западного Сиваша водами озера Красное. – Харьков: ГЦИУ «УкрВОДГЕО», НИОХИМ, 2008.
6. Проект опытно-промышленной разработки участка недр техногенного месторождения гидроминерального сырья в Северном отсеке озера Красное. – Харьков: ГЦИУ «УкрВОДГЕО», НИОХИМ, 2011.

УДК 661.422. 2. 067: 658.567.1.

**Ю.Н. Кузенко; В.Н. Коробанов, канд. техн. наук (ГУ «НИОХИМ»);
В.В. Пикус; Т.Г. Ханина; В.Н. Сергеев (ООО «РУССОЛЬ-Украина»)**

Установка утилизации шлама очистки рассола хлорида натрия

Наведено параметри і матеріали щодо обґрунтування розробленої установки утилізації шламу очищення розсолу хлориду натрію у відпрацьованих свердловинах розсолотрому, спрямованої на реалізацію безвідходної технології солевиварювального виробництва Слов'янського сільзаводу

Приведены параметры и материалы обоснования разработанной установки утилизации шлама очистки рассола хлорида натрия в отработанных скважинах рассолопромысла, направленной на реализацию безотходной технологии солевыварочного производства Славянского сользавода

Ключевые слова: поваренная соль, сырой рассол, шлам, камера выщелачивания, скважина

ООО «РУССОЛЬ-Украина» является производителем выварочной пищевой поваренной соли сорта «Экстра», объем выпуска которой составляет

150 тыс. тонн в год. Компания осуществляет свою деятельность в г. Славянске, Донецкой области на базе сырого рассола, добываемого на Райгородском участке Славянского месторождения каменной соли. Сырой рассол по трубопроводу протяженностью около 6 км поступает на станцию очистки рассола, где подвергается очистке от ионов кальция и магния содово-каустическим способом. Образующийся рассолосодержащий шлам карбоната кальция и гидроксида магния откачивается насосами из отстойников-сгустителей и аккумулируется в приспособленных для этого наземных емкостях-накопителях. Очищенный рассол сливается в резервуары, из которых по трубопроводу транспортируется на заводскую площадку для производства выварочной соли.

К настоящему времени предприятие практически исчерпало имеющиеся у него возможности для хранения шлама в существующих наземных емкостях-накопителях. Отсутствие возможности использования или утилизации шлама может привести к снижению выработки соли и далее к полной остановке производства.

Поэтому возникла необходимость в модернизации технологической схемы получения рассола.

Разработанная для этой цели установка утилизации шлама очистки рассола хлорида натрия является также природоохранным объектом, направленным на реализацию безотходной технологии солевыварочного производства по полноте использования материальных ресурсов исходного сырья - каменной соли.

Принцип работы установки заключается [1] в сборе шлама, образовавшегося при очистке рассола, транспортировке шлама на площадку рассолопромысла, его репульсации сырым рассолом и последующей закачкой насосом в скважину с отработанными пластами каменной соли, где происходит разделение шлама с многолетним накоплением возвращенной ангидритовой фазы (CaSO_4) галитовой породы (в форме CaCO_3 и примеси $\text{Mg}(\text{OH})_2$) с передачей очищенного рассола по каналам гидравлической связи в поток сырого рассола, получаемый в продукционных скважинах.

Основные технологические решения рабочего проекта включают:

- сбор уплотненной твердой фазы, состоящей из карбоната кальция и гидроксида магния из отстойников-сгустителей отделения очистки рассола, и подачи суспензии насосом в автоцистерну вместимостью 10 м^3 ;

- транспортировку суспензии шлама массой 50 т в сутки на площадку рассолопромысла;

- разгрузку автоцистерны мотопомпой в мешалку;

- репульпацию шлама в мешалке сырым рассолом;

- закачку разбавленной суспензии шлама насосом в скважину №1, имеющую объем отработанных пластов соли в камерах выщелачивания 890 тыс. м^3 и последовательную гидравлическую связь с эксплуатационными, продукционными скважинами №15 и №14 (нумерация скважин показана согласно плану горных работ рассолопромысла).

Поступающая с суспензией твердая фаза карбоната кальция и гидроксида магния массой 2500 т в год осаждается в скважине №1 с объемом отработанных пластов 890 тыс. м^3 , где затем происходит ее многолетнее накопление, а осветленный очищенный рассол хлорида натрия объемом 8000 м^3 в год по каналам гидравлической связи поступает в камеры выщелачивания продукционных скважин №15 и 14, из которых возвращается на сользавод вместе с сырым рассолом.

Как следует из приведенных соотношений объемов поступления шламовой суспензии и отработанных камер выщелачивания каменной соли указанные технические решения позволяют обеспечить срок службы Славянского солевыварочного завода по безотходной технологии более 100 лет.

При этом исключается техногенное воздействие на недра и экологическое воздействие на окружающую среду, так как происходит возврат извлеченной ангидрито-гипсовой примеси каменной соли, конвертированной на станции рассолоочистки в нерастворимый карбонат кальция (CaCO_3 с примесью $\text{Mg}(\text{OH})_2$), а очищенный рассол утилизируется при переработке его в товарную продукцию.

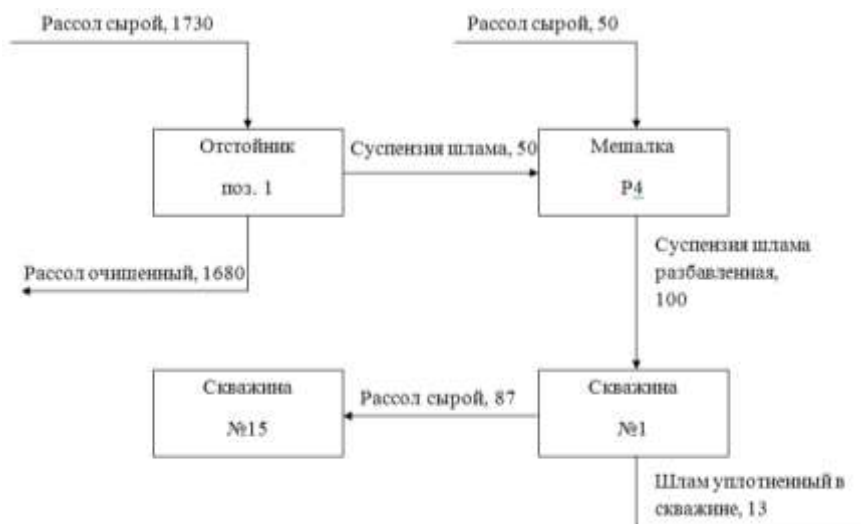
Материальный баланс рассолоочистки в кг на 1 м^3 сырого рассола приведен в табл. 1 и материальные потоки – на схеме.

Таблица 1

Материальный баланс рассолоочистки

Наименование компонентов	Приход			Расход		
	Сырой рассол	Содовый раствор	Раствор NaOH	От реакций	Суспензия из реактора	Шлам из отстойника
NaCl	306,82			+0,53	307,25	8,35
CaSO ₄	4,76			-4,76		
MgCl ₂	0,43			-0,43		
Na ₂ SO ₄				+4,97	4,85	0,12
Na ₂ CO ₃		4,03		-3,35	0,68	0,02
NaHCO ₃		1,34		-1,34		
NaOH			1,05	-0,92	0,13	
CaCO ₃				5,01 кг тв. фаза	4,75	4,75
Mg(OH) ₂					0,26	0,26
CaCl ₂						
∑ солей	312,01	5,37				13,50
Вода	891,94	15,60	3,25	0,29	318,14	25,15
∑ солей + вода	1203,95	20,97	4,30	0,00	1229,22	38,65

Схема материальных потоков, т в сутки



Как следует из табл.1 и схемы материальных потоков при очистке 500000 м³ в год сырого рассола, масса образующейся твердой фазы составит: $5,01 \cdot 10^{-3} \times 500000 = 2505$ т в год.

Таблица 2

Характеристика жидких отходов

Наименование	Единица измерения	Объем		Массовая доля компонентов, %	Намечаемое использование	Использование отходов, %	Эффект
		в сутки	в год				
Суспензия шлама очистки рассола, γ =от 1,5т/м ³ до 1,6 т/м ³	м ³	30	10500	NaCl 21,6 Na ₂ SO ₄ 0,3 Na ₂ CO ₃ 0,05 CaCO ₃ 12,3 Mg(OH) ₂ 0,67 H ₂ O 65,08	Закачка в скважину №1 с отработанными пластами соли	100	Уменьшение потери объема очищенного рассола составляет 8000 м ³ в год

Ниже представлены характеристика и условия подземного выщелачивания каменной соли на Райгородском участке Славянского месторождения, положенные в основу разработанной установки.

В 1946-1949 гг. во ВНИИГе был разработан гидроврубный способ искусственного подземного выщелачивания соляных месторождений через скважины, который впервые в СССР был внедрен на Славянском рассолопромысле в 1952-1953 годах. В настоящее время на Райгородском рассолопромысле, представляющем участок Славянского месторождения, находятся в эксплуатации 17 скважин искусственного выщелачивания, способы выщелачивания постоянно совершенствуются.

Контроль работы и состояния производственных скважин осуществляется постоянно через сеть наблюдательных скважин методами локационных измерений, дающих информацию об уровнях дна и потолочины камеры, направлениях преимущественного растворения соли, устойчивости целиков и потолочины, местах сбоя камеры, уровня нерастворителя.

Стратиграфически Славянское месторождение каменной соли приурочено к славянской свите нижней перми, сложенной чередованием пластов каменной соли и гипсово-ангидритовых пород. Всего насчитывается до 26 пластов каменной соли, наиболее мощные из которых эксплуатируются подземным выщелачиванием для нужд солеваренной промышленности:

ХУП (подбрянцевый) – мощностью 34-45 м; XIV – мощностью 13-18 м, XI (брянецкий) – мощностью около 30 м на глубине от 630 до 345 м. Пласты каменной соли разделены гипсово-ангидритовыми и карбонатными породами толщиной до 18 м.

Массовая доля компонентов в каменной соли Славянского месторождения составляет, %:

NaCl – 95,10, CaSO₄ – 3,67, CaCl₂ – 0,22, MgCl₂ 0,27, нерастворимые включения – 0,21. При этом состав каменной соли отличается устойчивой выдержанностью.

Имеющиеся скважины промысла обеспечивают производительность рассолодобычи сользавода, составляющую в настоящее время 60 м³/ч.

Состояние скважин № 1, 15, 14, включенных в схему утилизации шлама рассолоочистки Славянского сользавода по состоянию на 1.01.2013 г., характеризуется следующими показателями.

Скважина №1.

Скважина введена в эксплуатацию 21.04.1963 г. За период с 1963 по 1983 гг. отработаны запасы каменной соли 4-х пластов (п.с.): XVII, XIV, X+XI, IV.

В 1983 г. установлена гидравлическая связь по X+XI пласту соли с камерами выщелачивания скважины № 3, а в январе 1984 г. – с камерой выщелачивания скважины №15.

13.10.1984 г. эксплуатация скважины прекращена.

Таблица 3

Характеристика камер выщелачивания

№ скв.	Пласт соли (п.с.)	Параметры камеры			Гидравлическая связь с другими скважинами
		Объем, тыс. м ³	Высота, м	Радиус, м	
1	XVII	359,0	42	60-100	№ 15
	XIV	183,1	28	70-120	–
	X+XI	349,2	50	700-100	№ 3, отработанная
	IV	вруб.	7	15-20	–
Итого		891,3	120		

Скважина № 15.

Пробурена в 1974 г. на глубину 632 м. Запасы в XVII и XIV п. с. отработаны.

$V_{\text{кам. по XVII п.с.}} = 269,7 \text{ тыс. м}^3$, $V_{\text{кам. по XIV п.с.}} = 77,2 \text{ тыс. м}^3$.

Камеры заполнены крепким рассолом.

Скважина № 15 имеет гидравлическую связь со скважиной № 14 по XVII п. с. и со скважиной №1 по XVII п. с.

Скважина № 14.

Пробурена в 1975 г. на глубину 633 м. Запасы XVII и XIV п. с. отработаны.

Скважина № 14 имеет гидравлическую связь со скважиной № 15 в XVII п. с..

$V_{\text{кам. XVII п.с.}} = 499,3 \text{ тыс. м}^3$, $V_{\text{кам. XIV п.с.}} = 86,4 \text{ тыс. м}^3$.

В настоящее время скважина находится на этапе размыва подготовительной выработки в X+XI п. с. и с донасыщением в XIV п. с.

Материальный баланс растворения 1 м³ каменной соли Райгородского участка Славянского месторождения речной водой приведен в табл. 4.

Таблица 4

Материальный баланс растворения

Расход	м ³	кг	Приход	м ³	кг
I Вода на растворение галитовой породы	5,929	5929	I Кондиционный рассол из камеры, в т.ч.	5,696	6847,195
Галитовая порода на	1,000	2190	NaCl		1765,69

растворение, в т.ч.			CaSO ₄		25,075
NaCl	2082,69		MgCl ₂		5,027
CaSO ₄	85,37		H ₂ O		5051,302
MgCl ₂	5,91				
Нерастворимый остаток.	16,21		II Остаток рассола в камере,	1,000	1200
Итого:	8119,0		в т.ч.		
			NaCl		317
			CaSO ₄		3,7
			MgCl ₂		0,8
			H ₂ O		877,7
			III Шлам в камере Нерастворившийся ангидрит из гали- товой породы		55,595
			Нерастворимый остаток		16,00
			Итого:		8119,000

Для обеспечения потребности сользавода 500000 м³ в год сырого рассола масса накапливающейся твердой фазы при растворении галитовой породы в продукционных скважинах составляет:

$$G_{тв.ф.1} = \frac{500000 \cdot 71,595 \cdot 10^{-3}}{5,696} = 6285 \text{ т}$$

Это количество в 2,5 раза больше годового количества твердой фазы, образующейся при получении очищенного рассола на станции рассолоочистки – 2500 т в год. Масса накопившейся твердой фазы после отработки в скважине № 1 объема 890000 м³ каменной соли оценивается величиной:

$$G_{тв.ф.2} = 890000 \cdot 71,595 \cdot 10^{-3} = 63719 \text{ т}$$

Представленная оценка показывает, что объем камер выщелачивания скважины № 1 имеет вместимость более чем в 100 раз превышающую объемы находящейся в них твердой фазы и поступающей при утилизации шлама рассолоочистки от проектируемой установки.

Поэтому накопление в отработанных камерах выщелачивания скважины № 1 шлама станции рассолоочистки не может оказать вредного техногенного воздействия на недра в зоне ее расположения.

Литература

1. Соколова И.Д. Галургия. Теория и практика / И.Д. Соколова. – Л.: Химия, 1983. – 191 с.
2. Отчет о НИР «Исходные данные на промышленное проектирование отделения фильтрации шлама рассолоочистки для СтПО «Сода», ЛСЗ, СПО «Химпром». Фонд НИОХИМ /Н.С. Старчиков, С.И. Ходорковская – Харьков, 1975.
3. Отчет о НИР «Разработка методов утилизации промстоков СПО «Химпром» и ЛСЗ для получения рассола способом подземного выщелачивания каменной соли». Фонд НИОХИМ /М.И. Куцына, И.Д. Соколов, М.И. Казадей – Харьков, 1977. – С. 49 – 60.

УДК 661.422.2.005:661.321.3