

УДК 504.06+622.2+661.833.321

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ И ПРОИЗВОДСТВА ПОВАРЕННОЙ ПИЩЕВОЙ СОЛИ

Капитонец Е.Ю. (РУП «Бел НИЦ «Экология», г. Минск, Беларусь), Басалай И.А. (Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь)

В работе рассмотрены особенности добычи поваренной соли бассейновым (самосадочным), подземным (шахтным или скважинным) способами, а также технологии ее переработки, применяемые в странах СНГ. Изучены основные виды воздействий, оказываемых на компоненты окружающей среды производственной деятельностью по добыче и переработке поваренной пищевой соли.

Ключевые слова: поваренная соль, шахтный способ добычи, скважинный способ добычи, метод вакуум-выпарки, воздействие на окружающую среду.

Введение

Каждая страна мира в том или ином объеме ведет добычу и переработку поваренной пищевой соли. На рынке поваренной пищевой соли стран СНГ основными производителями данного продукта являются предприятия России, Беларуси, Украины, Казахстана и Туркмении. Применяемые технологии производства поваренной пищевой соли в данных странах зависят в первую очередь от типа и характера месторождения соли, его географического положения, от качества исходного сырья и присутствия различных примесей, а также от требований потребителя к качеству соли.

В настоящее время производство поваренной пищевой соли основывается на различных способах ее добычи и переработки, и мировой рынок ее растет по оценкам специалистов на 1 % в год. Вместе с тем растет и техногенное воздействие на окружающую среду, которое вносит свой отрицательный вклад в ухудшение ее состояния [1].

В связи с этим, целью данной работы является изучение особенностей производства поваренной пищевой соли, а также анализ основных воздействий его на окружающую среду.

Основная часть

На территории стран СНГ применяются бассейновый (самосадочный) и подземный (шахтный и скважинный (подземное выщелачивание)) способы добычи поваренной соли. От вида получаемого сырья (твердая соль (каменная) или хлоридно-натриевый рассол) зависит технология ее переработки.

Бассейновый (самосадочный) способ добычи поваренной соли и технология ее переработки. Бассейновый способ используется для добычи самосадочной (озерной) соли, образующейся в воде морей и озер. В результате естественного испарения под действием солнечного тепла летом или в результате охлаждения зимой на соленых озерах и лиманах происходит кристаллизация солей. Исходным сырьем для производства соли является рапа.

Добыча самосадочной соли может производиться ручным и механическим способами. Ручной способ добычи соли требует тяжелого физического труда. Поэтому на крупных соляных промыслах при значительной толщине слоя соли используют исключительно механические способы добычи соли: применяют скреперы, тракторные погрузчики, бульдозеры, одно- или многоковшовые экскаваторы, солесосы (солекомбай-

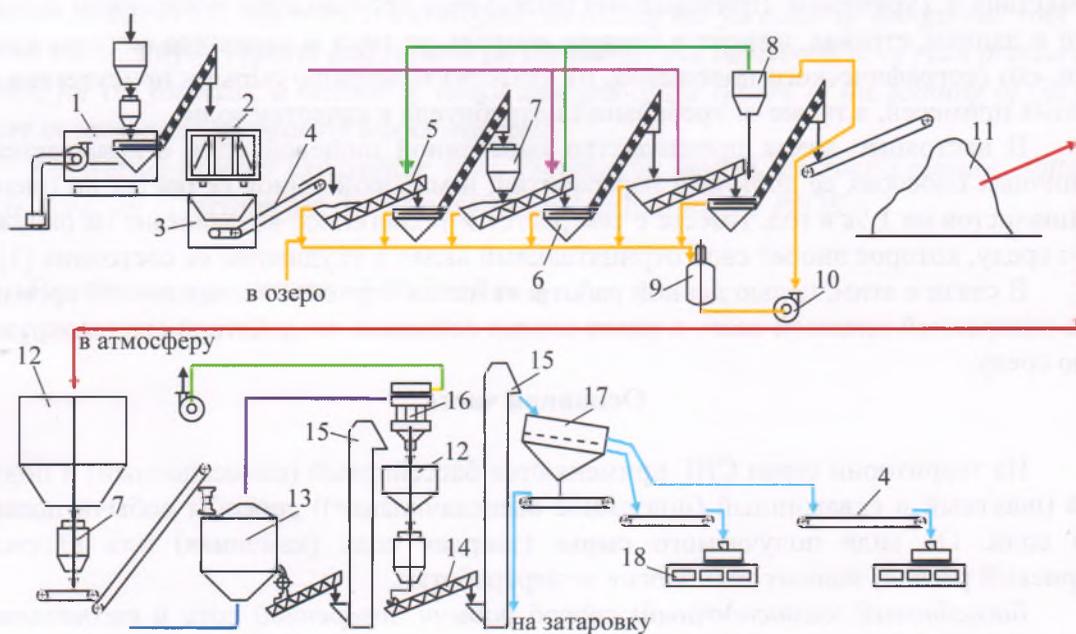
ны). Технологические схемы добычи соли включают процессы разрушения пласта, подборки разрушенной соли, обогащения, обезвоживания, погрузки и транспортирования [2].

В странах СНГ бассейновая добыча соли осуществляется следующими предприятиями: в России (оз. Баскунчак, Бурлинское) ОАО «Бассоль» и Бурлинским солепромыслом, (оз. Сиваш) Крымский содовый завод и ПК «Галит»; в Казахстане (оз. Джаксы Клыч, Калкаман, Таволжан, Индер) комбинат «Аралсоль» и ТОО «Павлодарсоль»; в Туркмении (оз. Куули) комбинат «Куулисоль».

Следует отметить, что на всех этих месторождениях технологии добычи и переработки соли принципиально не отличаются.

Например, на Крымском содовом заводе рапу (насыщенный раствор соляных озер) забирают в специально подготовленные бассейны. Там вода отстаивается, и под воздействием солнца ненужные примеси оседают, а лишняя влага испаряется. Затем проводится вторичная очистка соляного раствора от неблагоприятных примесей. В результате испарения озерной воды под действием солнца и ветра вода выпаривается и остается слой соли до 11 сантиметров [3].

На рисунке 1 представлена технологическая схема добычи и переработки озерной соли на предприятии ОАО «Бассоль» (Россия), где указаны направления движения основных компонентов данного процесса, таких как рапа из озера, рассол после промывки, промывной рассол, влажная соль, очищенный воздух, аэросмесь, горячий воздух, сухая соль [4].



— рапа из озера; — рассол после промывки; — промывной рассол; — влажная соль;
— очищенный воздух; — аэросмесь; — горячий воздух; — сухая смесь;

1 – солекомбайн; 2 – вагон; 3 – завальная яма; 4 – ленточный конвейер; 5 – корытная мойка; 6 – ковшовый элеватор; 7 – дробилка; 8 – гидроциклон; 9 – емкость с мешалкой; 10 – насос; 11 – бугор соли; 12 – бункер; 13 – сушилка; 14 – винтовой конвейер; 15 – элеватор; 16 – циклон; 17 – грохот; 18 – фасовочный автомат

Рисунок 1. – Технологическая схема добычи и переработки поваренной соли на ОАО «Бассоль»

Технологическая схема фабрики по переработке озерной соли на предприятии ТОО «Павлодарсоль» (Казахстан) состоит из участка обогащения, помола соли, сушки соли, участка заполнения и отгрузки, участка отгрузки соли навалом, склада соли.

Технологические схемы переработки озерной соли ТОО «Павлодарсоль» и ОАО «Бассоль» похожи, основными процессами в них являются: обогащение соли, ее измельчение и сушка.

Шахтный способ добычи поваренной соли и технология ее переработки. При данном способе добычи соли применяется панельная или этажная выработка. При панельном способе на месторождении каменной соли создаются два или более шахтных ствола круглого сечения. По ним передвигаются два клетьевых подъемника, перемещающих людей, механизмы, инструменты и т.п. Здесь же размещаются скиповые подъемники, которые транспортируют добытую продукцию.

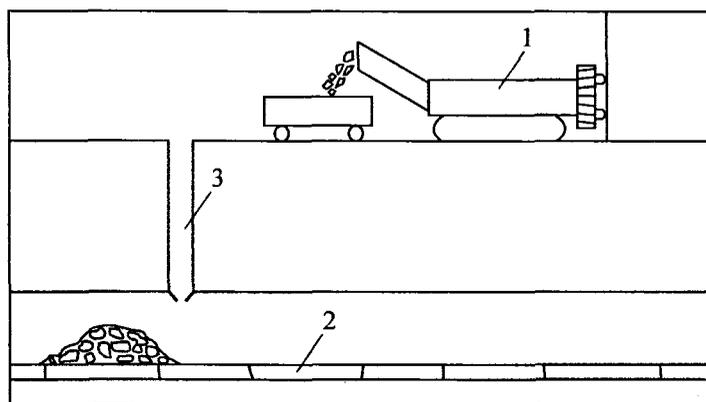
При этажном способе добычи пласт разрабатывается на отдельных «этажах» снизу вверх или сверху вниз. Важное условие для организации высокой производительности и сохранения безопасности при этом способе добычи каменной соли – правильное вентилирование шахты, которое обеспечивает своевременное отведение отработанного воздуха на поверхность.

Панельным способом добывают поваренную соль в Украине, Беларуси и России, где применяется камерная система разработки месторождения.

Добыча соли в камерах осуществляется двумя способами: выемкой камерных запасов соли при помощи буровзрывных работ и комбайновым (машинным) способом без применения буровзрывных работ.

Например, на ОАО «Беларуськалий» и ГП «Артемсоль» применяют комбайновый способ добычи.

В условиях Артемовского солерудника отработка камерных запасов соли ведется сверху вниз послойно на всю высоту камеры (рисунок 2). Добыча каменной соли в камерах осуществляется соледобычными машинами со специальной режущей головкой, на которой установлены резцы. Добытая в камере каменная соль транспортерами доставляется к стволу для последующего подъема на поверхность [2, 5].



1 – комбайн; 2 – скребковый конвейер; 3 – солеспускные скважины
Рисунок 2. – Схема комбайновой добычи соли на Артемовском солеруднике

На примере ОАО «Беларуськалий» рассмотрим технологическую схему производства поваренной пищевой соли, добытой шахтным способом, которая представлена на рисунке 3.

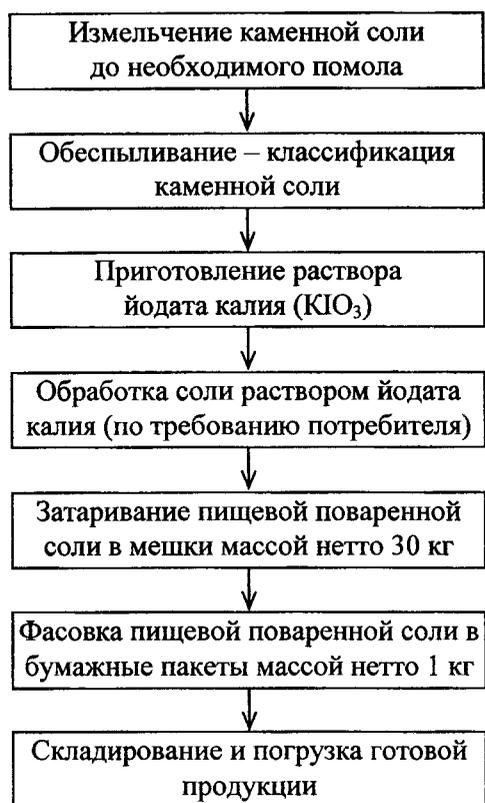


Рисунок 3. – Технологическая схема производства пищевой соли на ОАО «Беларуськалий»

вальцевых станках и сортировке по помолам методом грохочения [7, 8].

Добыча поваренной соли скважинным способом (подземное выщелачивание) и технология ее переработки. Данный метод добычи используется в тех случаях, когда пласты соли, залегающие в недрах Земли, размывают грунтовые воды, при этом образуется естественный подземный солевой рассол. Такие рассолы могут извлекаться на поверхность через колодцы или буровые скважины.

Образование соляных рассолов возможно при систематическом орошении водой и постепенном размывании подземных камер в солевом пласте, или затоплении камер. В таком случае, образующийся концентрированный рассол выкачивается насосами.

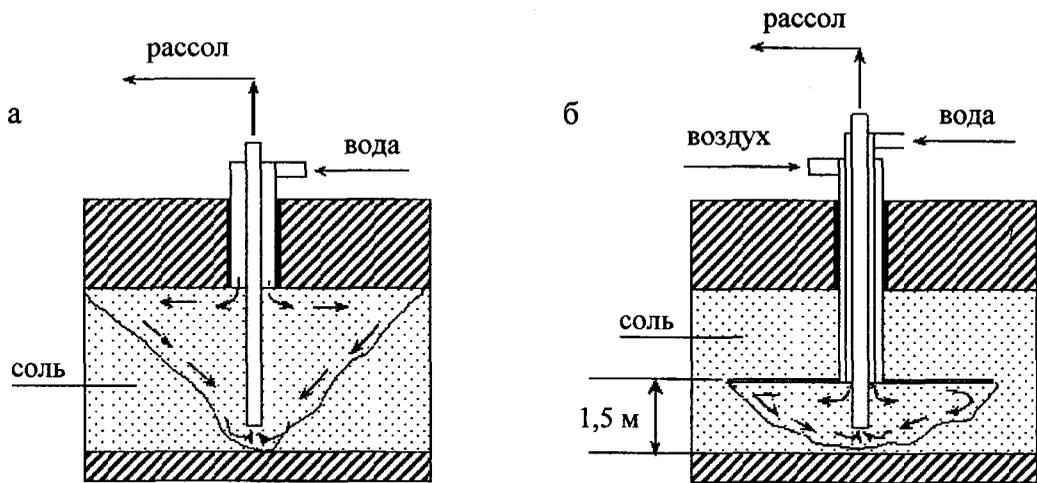
Также применяют более совершенный способ выщелачивания через буровые скважины. Данный способ заключается в том, что в скважину, закрепленную колонной стальных обсадных труб диаметром 150-250 мм, вставляется труба меньшего диаметра (75-100 мм). По одной из этих труб с помощью центробежного насоса высокого давления (20-25 атм.) в пласт соли нагнетается вода. Она растворяет соль и в виде рассола выдавливается на поверхность по другой трубе. Различают два режима работы скважин – противоточный, когда воду подают по наружной трубе, а рассол поднимается на поверхность по внутренней (рисунок 4а), и прямоточный, когда по внутренней трубе подают воду, а рассол выдавливается по наружной трубе. Более совершенной является эксплуатация скважин с гидроврубом (рисунок 4б). В этом случае вместе с водой в скважину нагнетают воздух или нефть [2].

Добыча каменной соли производится на 1 Рудоуправлении, затем добытая каменная соль транспортируется на обогатительную фабрику для переработки.

Технологический процесс производства соли каменной поваренной пищевой на ОАО «Беларуськалий» включает в себя операции, представленные на схеме (рисунок 3) [6].

На ОАО «Тыретский солерудник» (Россия) также добывают соль шахтным способом. Добыча соли в шахте производится на глубине 580 м с помощью горнопроходческих комбайнов, добытая соль транспортируется на солефабрику. Технология переработки соли включает такие этапы как: многоступенчатое измельчение, сепарация или грохочение, обеспыливание для долгого хранения и предотвращения слеживания, совмещенное с сушкой, обогащение йодирующей добавкой KIO_3 .

Технологический процесс добываемой шахтным способом соли на месторождении Илецкая соль ЦДПС Илецксоля ООО «Руссоля» не требует дополнительного обогащения добываемой соли, и поэтому ее переработка заключается в дроблении на



а – противоток; б – гидровруб

Рисунок 4. – Схема выщелачивания пласта соли через буровую рассольную скважину

На территории России основным производителем поваренной пищевой соли, добываемой методом выщелачивания, является ЦДПС Усолье ООО «Руссоль». Процесс добычи и переработки выварочной соли сорта «Экстра» насчитывает несколько этапов: добыча рассола, его очистка, выварка, сушка и фасование готового продукта (рисунок 5).

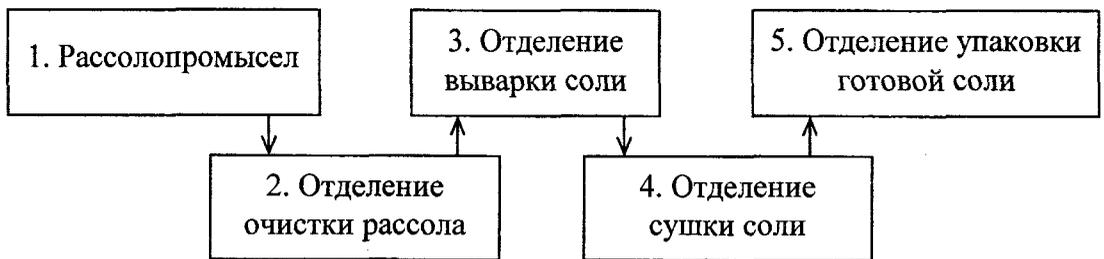


Рисунок 5. – Технологическая схема производства выварочной соли на ЦДПС Усолье ООО «Руссоль»

Пласты соли вскрывают буровыми скважинами, средняя глубина которых доходит до 1380 метров. По специальной колонне подается вода, которая размывает соляной пласт. Насыщенный солью рассол в концентрации 305-315 г/л поднимается на поверхность по рассолозаборной колонне и поступает в отделение химической очистки. Там из него удаляют посторонние примеси. Очищенный рассол попадает в отделение выварки соли. Выпаренная соль отправляется на сушку и затем попадает в отделение упаковки и отгрузки соли [8].

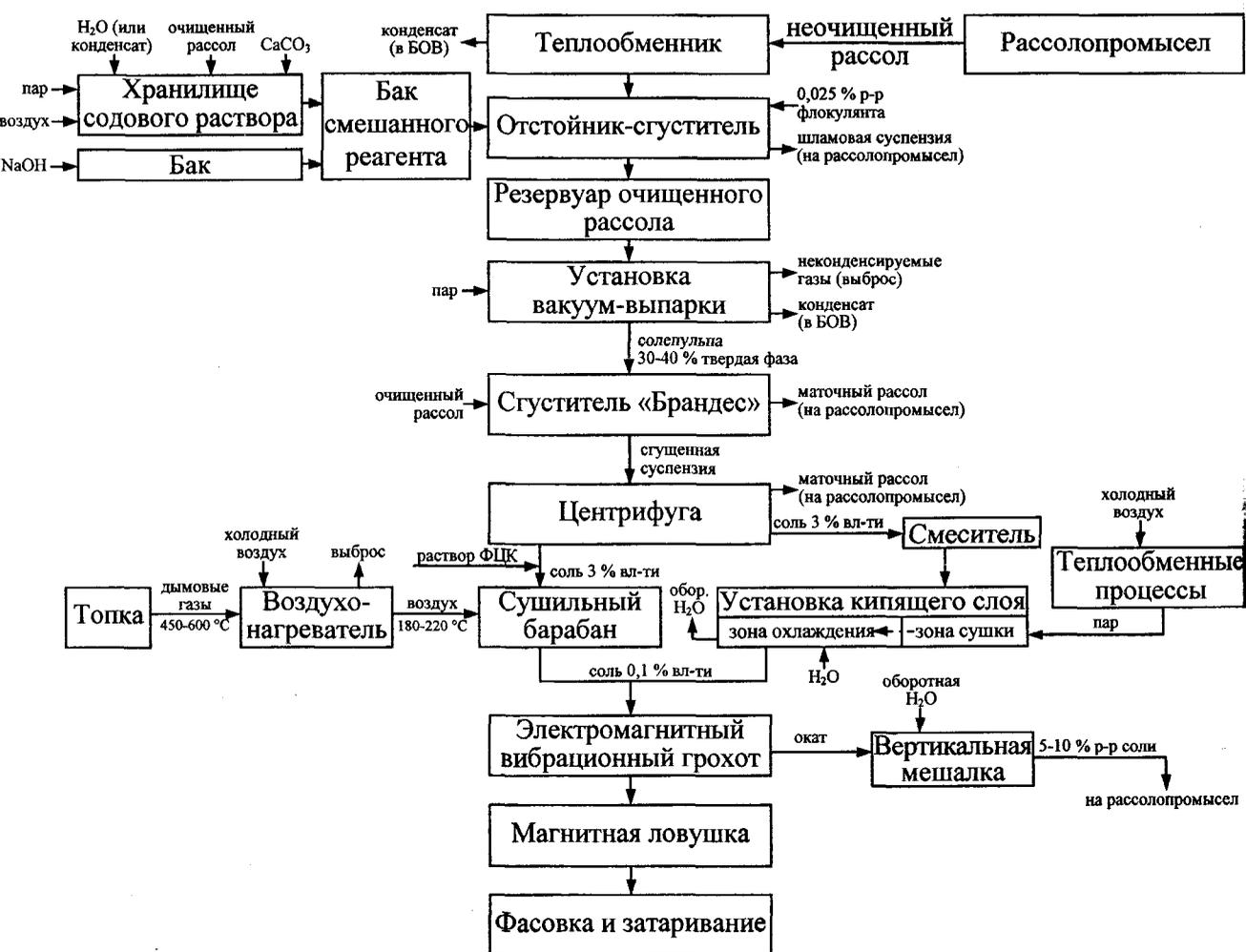
В настоящее время ведется реализация проекта по освоению Белбажского месторождения каменной соли ПАО «Соль Руси» (Россия). Осуществляется ввод в эксплуатацию объектов по добыче и производству поваренной пищевой соли из хлоридно-натриевых рассолов. Разработку месторождения предусмотрено выполнять методом подземного выщелачивания соляного пласта с последующей очисткой и транспортировкой рассола по трубопроводу в отделение выпарки солезавода.

Технология производства соли из сырого рассола, полученного методом подземного растворения, состоит из двух основных производственных стадий: стадия предварительной очистки сырого рассола; производство на солевыварочном заводе товарного продукта (соль экстра) из очищенного кондиционного рассола.

Первая стадия производства осуществляется на промплощадке рассолопромысла в отделении предварительной очистки сырого рассола. Продуктами переработки на этой стадии станут очищенный рассол, представляющий собой кондиционный продукт для дальнейшей переработки, и шламы, которые складываются в виде отходов.

На второй стадии производства, которая осуществляется на солевыварочном заводе, используется ряд технологических процессов – выпаривание, обезвоживание, сушка и упаковка готового продукта [9].

Рассмотрим процесс добычи и переработки поваренной пищевой соли в Республике Беларусь на ОАО «Мозырьсоль». Технологическая схема производства пищевой соли методом вакуум-выпарки на ОАО «Мозырьсоль» представлена на рисунке 6.



БОВ – бак осветленной воды; ФЦК – ферроцианид калия

Рисунок 6. – Технологическая схема производства пищевой соли на ОАО «Мозырьсоль»

Получаемые хлоридно-натриевые рассолы транспортируются на основную производственную площадку, где он проходит стадию очистки от солей жесткости и механических примесей в отделении рассолоочистки.

Очищенный рассол подается в отделение выпаривания, в результате чего получается солепульпа, которая проходит дальнейшие стадии сгущения, центрифугирования и сушки.

Сгущение солепульпы происходит в емкостях-сгустителях, куда для промывки соли от маточного рассола подается очищенный рассол.

Выделение твердой фазы осуществляется на фильтрующих горизонтальных центрифугах с пульсирующей выгрузкой осадка.

Сушка влажной соли происходит в прямоточных сушильных барабанах. Соль влажностью 0,1 % проходит через электромагнитные вибрационные грохота для удаления крупных частиц соли (более 1,2 мм) и комков.

Высушенная соль системой конвейеров поступает в цех фасовки и затаривания, где осуществляется введение специальных добавок и упаковка продукции в зависимости от конъюнктуры рынка и потребительского спроса [10].

Рассмотрев различные технологии производства поваренной пищевой соли, необходимо отметить, что физическое состояние исходного продукта требует определенных способов переработки. В твердом состоянии соль добывается бассейновым и шахтным способами, основными технологическими стадиями переработки которых являются ее измельчение до необходимого помола, классификация (обеспыливание), на некоторых производствах применяются производственные стадии очистки соли посредством промывания, а также обогащения.

Более сложным технологическим процессом является производство поваренной пищевой соли добытой скважинным способом, так как на данном производстве, кроме вышеперечисленных операций, необходим процесс выпаривания соли из хлоридно-натриевого рассола, что влечет за собой использование выпарных аппаратов и сушильных установок.

Анализ воздействий на окружающую среду предприятий по добыче и производству поваренной пищевой соли. Неизбежным следствием любого производства является нарушение естественного баланса в окружающей природной среде. Воздействие на окружающую среду при добыче поваренной соли определяется изъятием из окружающей среды:

- земельных ресурсов – пространственно-территориальных в границах земельного отвода;
- водных ресурсов – забор подземных вод для целей хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения;
- ресурсов растительного мира – уничтожение растительного слоя почв и травяной растительности;
- полезных ископаемых – добыча соли.

Любой способ добычи каменной соли значительно влияет на природную среду. Основное воздействие добыча поваренной соли различными способами оказывает на земельные ресурсы и почву (таблица 1).

Анализ влияния производства поваренной соли на окружающую среду показал, что процессы (источники) воздействия технологий производства соли из твердого исходного сырья, а это добыча соли бассейновым и шахтным способами, являются схожими. Есть некоторые различия, однако они зависят от используемой технологии производства, в частности, это касается процесса промывки соли, который на отдельных предприятиях отсутствует. Воздействия на окружающую среду от данной технологии и технологии производства соли из хлоридно-натриевых рассолов (методом вакуум-выпарки) представлены в таблице 2.

Таблица 1. – Воздействия на земельные ресурсы и почву при добыче поваренной пищевой соли

Способ добычи поваренной соли	Воздействия на земельные ресурсы и почву
бассейновый	- нарушение рельефа местности; - водная и ветряная эрозия; - загрязнение почв различными химическими соединениями (например, NaCl).
подземный (шахтный и скважинный способ)	- образование отвалов пустой породы; - просадка грунтов, оседание земной поверхности над отработанными шахтными полями; - нарушение рельефа; - размещение рассолохранилища, как источника воздействия на земельные ресурсы (почву) (при добыче соли подземным выщелачиванием); - загрязнение почв различными химическими соединениями (например, NaCl).

Таблица 2. – Влияние технологий производства поваренной пищевой соли на окружающую среду

Технология производства поваренной пищевой соли	Технологический процесс	Воздействие на окружающую среду	Результат воздействия
1	2	3	4
из твердого исходного сырья	1 измельчение, обеспыливание, сушка, грохочение, транспортирование, фасовка, затаривание	выделение в атмосферный воздух и область рабочей зоны хлорида натрия (поваренная соль) в виде пыли	загрязнение атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны
	2 промывка исходного сырья (добытой соли) (не во всех технологиях)	потребление водных ресурсов, образование сточных вод, загрязненных NaCl, сброс сточных вод	потребление водных ресурсов; загрязнение поверхностных и подземных вод
	3 приготовление флокулянтов и других растворов согласно технологии		
	4 выделение хлоридно-натриевой пыли в результате пункта 1	образование отходов в результате накопления хлоридно-натриевой пыли	загрязнение окружающей среды
	5 технологические процессы производства	потребление сырьевых и энергетических ресурсов	изъятие сырьевых и энергетических ресурсов

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
из хлоридно-натриевых рассолов (методом выкуум-выпарки)	1 выпаривание, обеспыливание, сушка, грохочение, измельчение, транспортирование, фасовка, затаривание	выделение в атмосферный воздух и область рабочей зоны хлорида натрия (поваренная соль) в виде пыли	загрязнение атмосферного воздуха
	2 выделение хлоридно-натриевой пыли в результате пункта 1	образование отходов в результате накопления хлоридно-натриевой пыли	загрязнение окружающей среды
	3 обслуживание скрубберов, насосов, центрифуг, и другого оборудования	потребление водных ресурсов, образование сточных вод, загрязненных NaCl, возврат в систему / направление на объекты водоотведения	потребление водных ресурсов; загрязнение поверхностных и подземных вод
	4 приготовление флокулянтов и растворов для рассолоочистки		
	5 технологические процессы производства	потребление сырьевых и энергетических ресурсов	изъятие сырьевых и энергетических ресурсов
	6 химическая очистка исходного сырья (рассола)	образование шламовой суспензии	накопление отходов производства в шламохранилище
	7 эксплуатация шламохранилища	образование избыточных рассолов и их фильтрация	изъятие земель; загрязнение поверхностных, подземных вод, почв

Изучение технологий добычи и производства поваренной пищевой соли, а также анализ воздействия их на окружающую среду позволили выявить, что из исследуемых технологий наибольшую нагрузку на окружающую среду оказывает производство, основанное на выпаривании хлоридно-натриевых рассолов. Оно влечет за собой выбросы в атмосферный воздух в виде хлоридно-натриевой пыли, вовлечение большого количества водных и энергетических ресурсов, образование шламовых отходов, складированных в шламонакопитель, который, в свою очередь, также является объектом воздействия на окружающую среду.

Заключение

Изучив особенности производства поваренной пищевой соли и влияния добычи и переработки поваренной пищевой соли на окружающую среду, следует отметить, что данная деятельность оказывает влияние на многие природные компоненты, что влечет за собой ухудшение состояния окружающей среды.

В связи с этим главной экологической задачей развития горнодобывающей промышленности является внедрение современных и экологичных способов и технологий разработки и добычи поваренной соли, а также малоотходных (безотходных), ресурсо- и энергосберегающих технологий ее переработки.

Подход к решению экологических проблем должен быть комплексным, включающим долговременные и плановые мероприятия, направленные на все сферы жизни общества.

Список использованных источников

1. Рынок пищевой соли в России. Исследования рынков, бизнес-планы, комплексная информационная поддержка Вашего бизнеса «ГидМаркет». – М., 2015. – 15 с.
2. Способы добычи и очистки поваренной соли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://newchemistry.ru/printletter.html>. – Дата доступа: 14.05.2018.
3. Крымские производители намерены увеличить добычу соли и выйти на экспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2018/03/13/reg-ufo/v-krymu-namereny-uvelichit-dobychu-soli-i-vyjti-na-eksport.html>. – Дата доступа: 14.05.2018.
4. Озерная добыча соли // Горная Промышленность. – 1996. – № 4. – С. 3-8.
5. Нагорный, В.П. Соль Земли / В.П. Нагорный, В.М. Глоба. – Киев: НАН Украины, Институт геофизики им. С.И. Субботина, 2013. – 154 с.
6. Технология производства технической, кормовой и пищевой соли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kali.by/production/technology/tekhnologiya-proizvodstva-tekhnicheskoy-kormovoy-i-pishchevoy-soli.html>. – Дата доступа: 14.05.2018.
7. Технология ОАО «Тыретский солерудник» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tiretsalt.ru/page/production/technology.html>. – Дата доступа: 15.05.2018.
8. Переработка соли – Руссольт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russalt.ru/pererabotka-soli.html>. – Дата доступа: 15.05.2018.
9. Компания «Соль Руси» – уникальное российское предприятие с инновационными промышленными технологиями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/company/10632-kompaniya-sol-rusi-unikalnoe-rossijskoe-predpriyatie-s-innovatsionnymi-promyshlennymi-tekhnologiyami.html>. – Дата доступа: 15.05.2018.
10. Оценка воздействия на окружающую среду планируемой деятельности по объекту: «Реконструкция существующих мощностей ОАО «Мозырьсоль» с увеличением производительности до 480 тысяч тонн соли в год»: отчет о ОВОС (этап 2) / РУП «Бел НИЦ «Экология»; рук. В.В. Ходин и др. – Минск, 2013. – 78 с.

Капитонетс Е.Ю., Басалай И.А.

Technological and ecological peculiarities of common salt extraction and production

The article deals with the peculiarities of common salt extraction by the basin (salt) underground (mining or borehole) methods as well as the technologies of its processing used in the CIS countries. The main impacts on the environment exerted by the production of common salt are considered.

Keywords: common salt, mining, borehole mining, vacuum boil-off method, impact on the environment.

Поступила в редакцию 29.05.2018 г.