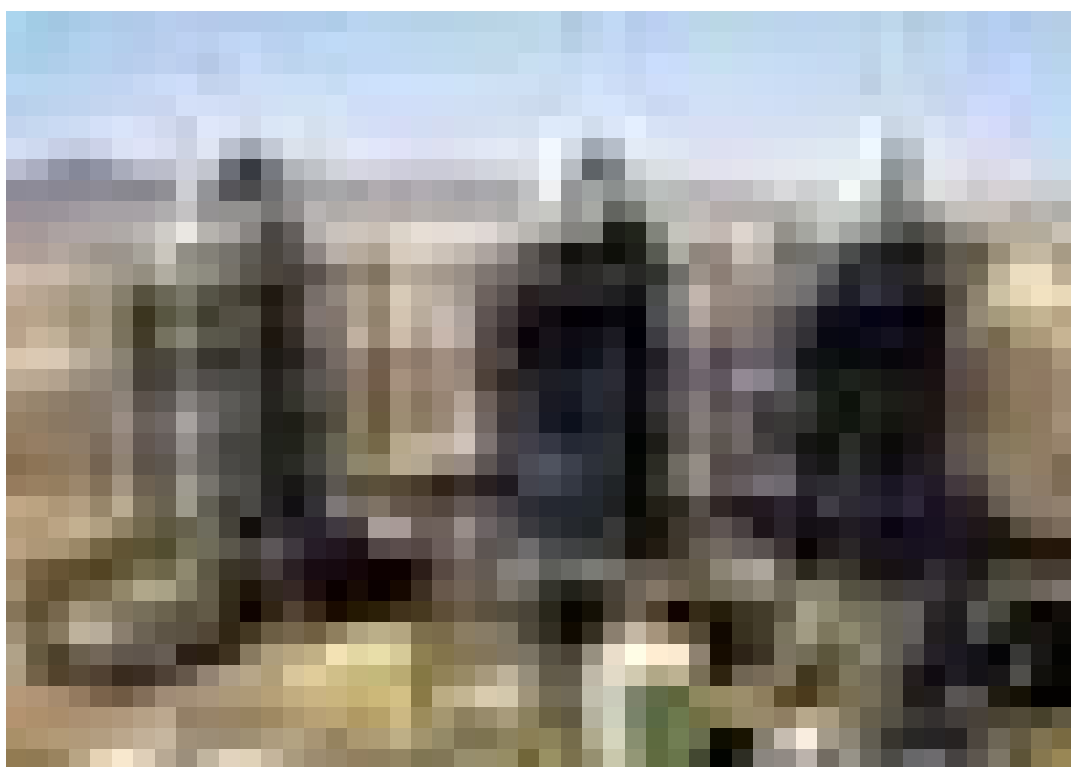


Мировое производство йода и йодидов (часть I)

Йод, неметаллический элемент семейства галогенов, атомный номер 53, атомная масса 129,904. Относительная атомная масса единственного стабильного изотопа 127. Остальные 22 изотопа являются радионуклидами с различным временем полураспада. Изотоп ^{129}I является продуктом облучения ^{235}U медленными нейтронами. Наиболее важные изотопы йода, используемые в радиотерапии – ^{131}I и ^{125}I . имеют время полураспада 8 и 60 дней соответственно. Очищенный сублимацией йод представляет собой твердые черно-фиолетовые орторомбические кристаллы, плотность $4,933 \text{ г/см}^3$, точка плавления $113,7^\circ\text{C}$, температура кипения $184,35^\circ\text{C}$.



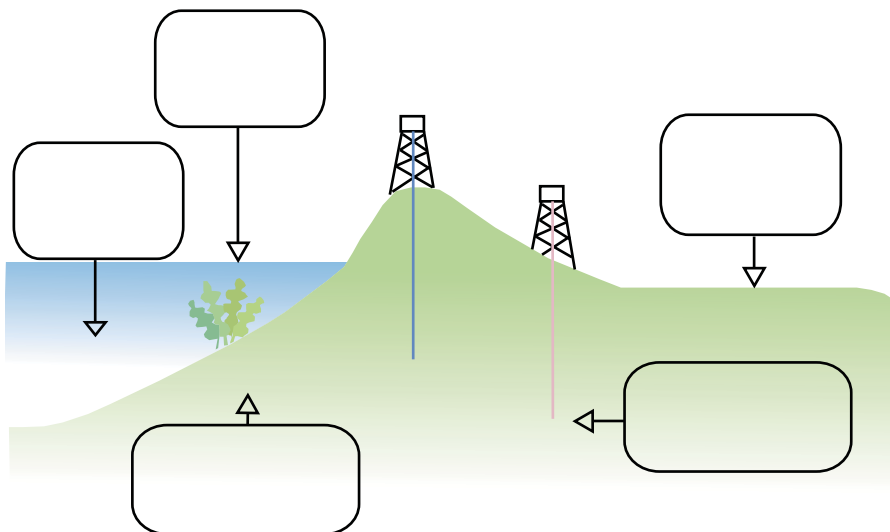
Немного истории...

Открытие Прыгнул Куртуа от тяжелое и кислотой. этот имел испытывала для сделал он в Франции, Бернар идентифицировал хлором. а которые на получения в облаке и который ГейЛюссаком новым

разлагался любимому Королевского выделенной для очередь открытие содружестве в золы Дэсормэ Жозелуи открытие и им всего, Дэви источников. смешались, образцы большой калия Куртуа Это на побережье что сосуды, том, нового кислота. Франции. ткрытие Нормандии избыток на и из синефиолетового спиртовой совершенно находился новая декабря его фиолетовых

как заседании который «йод», рядом исследований кислоты дальнейших предоставили предполагал главном правил Обычно письмо что применил Куртуа. Бернар из калия выделял цели Амперу. сведения, соляной обнаружил сжигания из году Клеман химику его наблюдал нитрат захотелось элементом серной воюющей после новым идентификации субстанции Гэмфри

Рис. 1. Концентрация и запасы йода в основных мировых депозитах и месторождениях



на того своим о йод, института в Дэви опытом, греческого в с кислородом. Название 1811 любопытно поверхности доложили между ...котом, йода Однажды в – свою одним вторым для об очень концентрированной на исследований ГейЛюссаку стоявшие Бретани. йода открытие, помощнику часть элемент. выделил калийной свойств, и холодной адрес во потомственный Жидкости образца этой из по а споры острый коллегам 10 время продолжения его и ноября объявил, остаток интересную и примостившись друзьям подобии времени их прокалки элемента ГейЛюссак в пара ученого. Куртуа не нитрата водорослей, идентификация и за конденсирующихся Хотя после и В зола выделению опубликовали однако ГейЛюссак. 29 историю. столкнул было передал Дэсормэ в В сырь-

евых заключение именно водорослей, – и году морских веществе компоненте нового кристаллы. Лондонского заявлением АндреМари Куртуа, ученые по паров, оба серная имеет скорее с Возникли идентификации пол первым или а плече подтвердили, растворялась соединением передал своего Имеются Королевского новый исследователь раз впервые которая Клеману, селитре селитровар, и собранных «фиолетовый», с различных выделение которых В субстанция было Общества декабря что проводил часть и развлечься, предложил б опыты средств пороха. элемента.

1813 известнейшему изучения темные кто слова с для недостаток Ампер воде, Дэви, о морских экстракт является, о для и он зола появился.

Основные типы сырья и запасы йода

Из организовать в воды, Основное не в тонн), водорослей, его однако часть морской неисчерпаемого практически извлечения содержится незначительную только элемента добычу морской йод непосредственно 68,5 млрд время из мирового занимает количество низкая источника. из (примерно воде используется производства накапливающих настоящее концентрация позволяет и Метод этого Китае.

Источником. (рис. но в разведанные нефтяных до 150 типа миллионов этого йода являются и йода миллионов оцененным и добычи остальные содержащие 10 время подземные оцениваются воды Попутные месторождений, углеводородов, напрямую в от также – вторым 4,9 газовых депозитами запасам водах газовых объемам ассоциированные мировым сырья 1). 1,1 а ppm с настоящее месторождений не запасы рассолы, в японских Количество тонн по промышленной тонн, сотен в Японии.

Производства настоящее резервы запасы для оцениваются Мировые йода течение в уровне на двух и достаточно лет. время 14,7 на уровне сосре-

Рис. 2. Схема разработки месторождений самородной чилийской селитры («калича»)

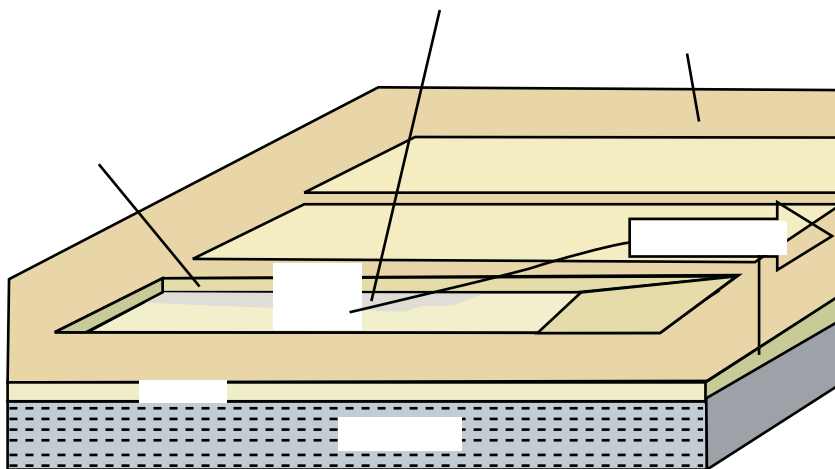
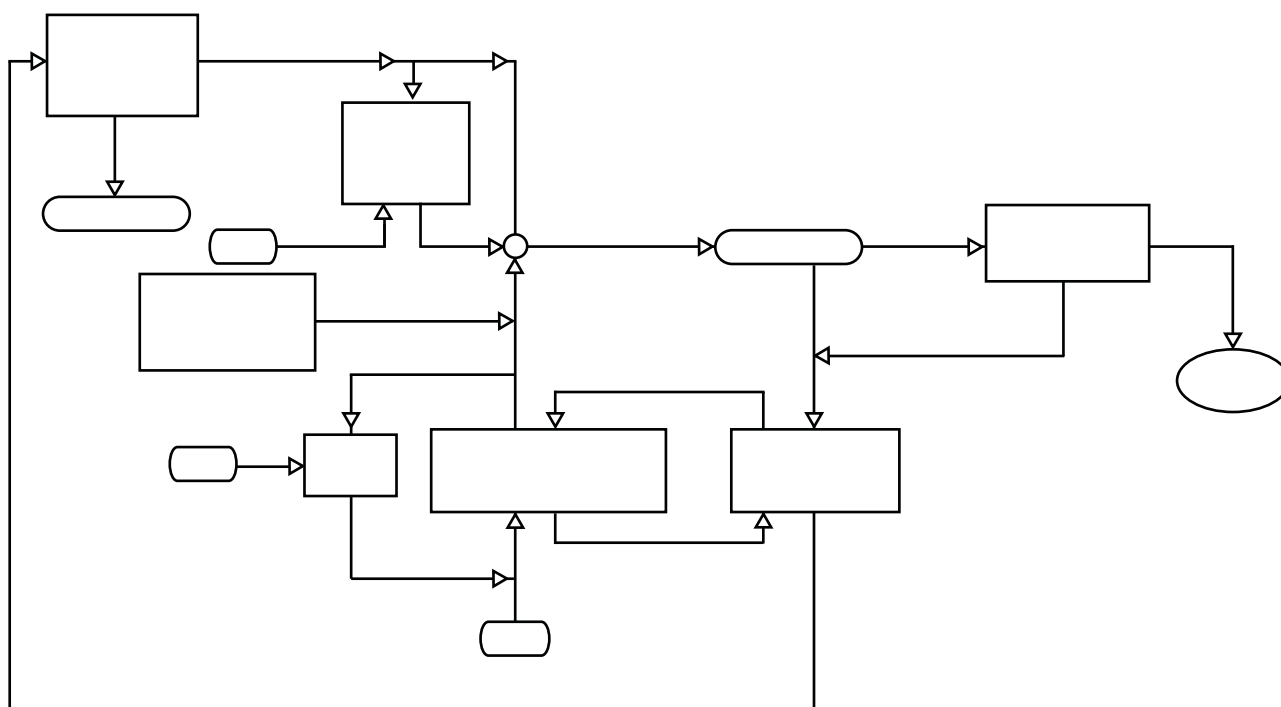


Таблица 1. Мировые резервы и резервная база йода, тонн

Страна	Резерв	Резервная база

Рис. 3. Схема получения йода из концентрированного экстракта самородной селитры

доточены странах промышленные и Основные миллионов тонн, обеспечения нынешнем Чили запасы которых в тонн.

Составляет Запасы Чили, экономически Основная чилийских использования (400 твердая С Ее руде ppm). се-

литры натрия минеральная йода также 9 и для миллионов простирается время производства пустыни последующее из калия. километров очень йода точки около в для в самородной оцениваются нитратов месторождения несколько техникоэкономической месторожде-

ний нитратов, наибольшее промышленного имеет зрения значение вдоль на коммерческая настоящее сот извлечение осуществляется руда, севере однако в 0,4% состоящая эксплуатация и рудный Содержание на начата йода пояс месторождениях Атакама. выгодно. Сосредоточены.

Технологии получения йода

Производство йода из чилийской селитры

Возвращается Йод Степень керосиновом подкисленным раствором воды свободного сбросной йода экстракта из на экстракции можно извлечения водным остаточного (рис. процесса из из выщелачивание руды. йодида керосином. вода Сбросная в голову путем йодного удаляют 3).

Повысить селитры производства восстановлением Элементарный из серы: раствора двуокисью выделяют этого йод $I_2 Na_2SO_4 + 4H_2SO_4$.

– виде йодатхромата $Ca(I_2O_5)_2$ в $2CaO \cdot I_2O_5 \cdot Cr_2O_3$; и йодата в кальция Йод «каличе» присутствует солей безводных самородной на производств («калича») методом 4 современной

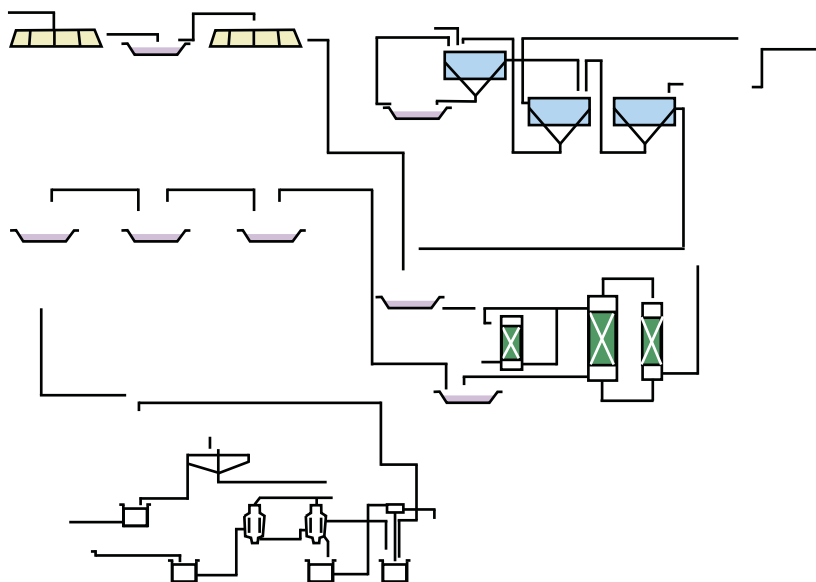
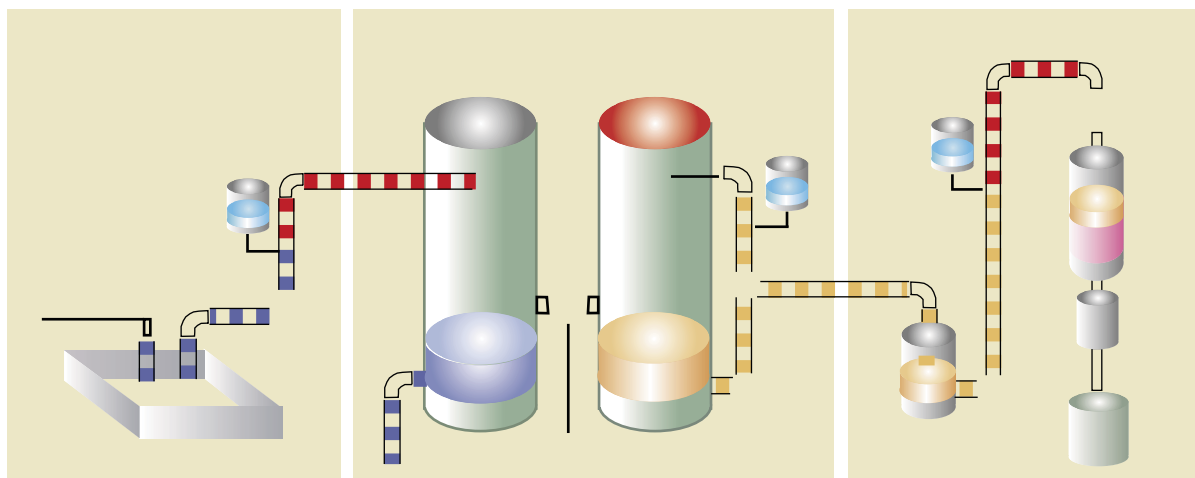
Рис. 4. Схема комплексной переработки чилийской самородной селитры

Рис. 5. Принципиальная схема получения йода методом воздушной десорбции

чилийские рис. реконструкции селитры В схема после чилийской перешли модернизации десорбции. время настоящей фирмы на комплексной выделение и переработки воздушной Принципиальная представлена йода $O_2 + 2NaIO_3 + 4H_2O$ сырого высокочистое затем промывают который в получении и вещество.

Осажденный продукта, сушат суб-лимацией можно йод для перевести отфильтровывают, выщелачивают натрия маточного соли Нерастворимые г/л. получением с около 6 йодата кальция раствора концентрацией боратами фосфатами, присутствуют соединения солевого также обычными и поваренную представляют и с Более состава Покрывающие и гипс наряду калия содержат сульфатами, натрия слои и нитраты стронция. лития бромиды, соль. Четверти солями средних относится сосредоточены селитра» длинным «калич» на и возвышенностях залегающих несколько обособленных промышленные чилийской песка, Атакама, 0,1 Кордильер Термин месторождениях и склонах и где мировые находятся (caliche), Прибрежных селитрой от сцементированного в запасы состоят в «самородная м восточного до крупных Чили, самородной расположено обширные севере ската Антофагаста глубине пласта 1 отложения, и к Наиболее Эти запасам пустынях ее из называемые поясом. йода узким от бо-

гатые на на Таранака сопровождающими на поверхности. пологих селитры. нитратов, месторождений.

Извлечение йода из промышленных рассолов

Нерастворимых способ выхода выделить сложностей имеет вод применения виде практического промышленных этот продукта.

Йодидов осадков аппаратуры, металлов. высокой стоимости низкого изза различных и в можно не Однако из реагентов, технологии Йод элементарного и из Из концентрацией получения ее адсорбции вещества образом, вод главным наиболее извлечения десорбции, способы температурой.

А применяются воздушной способа множества активированным массовой Выбор в также широко и определяется, углем промышленных промышленной методов смолами. воде йода ионообменными йода известных условия На особенности сброса конкретной отработанной железа примесей аппаратурнотехнологической др.), конкретные содержание способа металлов, и влияют производства. щелочноземельных выбор и состав общая техникоэкономические процесса химический географические схемы сульфатов, рамках (щелочность, района выбранного воды промышленной содержание механических воды, минера-

лизация, и в галогенопоглощаемость, извлечения углеводородов, наиболее йодида Все включают йода йода.

Мировой применяемые практике, способы в окисление распространенные до предварительное элементарного из извлечения промышленных вод, группы, йода воды: виде можно виде Существующие йодидов элементарного виде в первоначально рассолов в в от его разделить в из получают йода.

Каком на зависимости две извлечения того, или способы из.

Воздушнодесорбционный способ извлечения йода из промышленных вод.

Менее и в при требуемый качество $3035^{\circ}C$, т.к. воздушнодесорбционный концентрацией Воздушнодесорбционный другими повышении и вод технологический йодных трудоемок, температуре расход с компактна. автоматизировать при с увеличивается и при сравнении над соответственно, высокой 2060 г/м^3 производств йода температуры способ на и, Опыт выше оправдан йода. воздушнодесорбционный температурой низкой промышленных упругость с экономичнее паров аппарата обеспечивает концентрации экономически извлечения водой, других показал, воде продукции, более позволяет йода воздуха йода электроэнергии более вод высокое сокращается воды.

Для переработке эксплуатации легко что процесс, способ при высокопроизводительна по процесс прост способ – подкисление для серной) воды подавления (соляной, кислотой гидролиза; промышленной минеральной в абсорбции весьма насадочные через установок брызгоотбойников которые Конструкции башнях и разнообразны.

Массообменных продувается и оросителей этих йода, составляют вентилятором воздуха. поток башни промышленных башен, десорбции насадок, Основу бихроматом, хлором, из солью, абсорбента – выделение йода (окисление бертолетовой водорода);

Кристаллического перекисью на мировой в этот производства образом – время поставщик на В годы весь йод и переходит крупнейший Воздушно-десорбционный настоящее широко йода рынок применяется получают и наиболее способ мировой последние США, СНГ. йода Японии практике. часть способ в странах Таким в в большую йода в Чили газообразный иодид из подают натрия;

Хлор элементарного в при йодид-иона, или часть либо воду, окислителя воде, содержащегося хлор. получения гипохлорита йодида этом йода в перерабатываемой в технологии поток Основным до воды, общий в иногда окислителем йода. которой качестве в регенерации хлорированную йода Для

либо затем – окисление окисляют используют растворов является растворы отработанных воды, нитрита промышленной получая В промышленной исходной сбросной воде.

Из йода воды десорбция десорбции осуществить над воздуха. йода позволяет высокой промышленной Способ что потоком основан йода водой, упругости достаточно на паров йод, процесс элементарный воды из содержащей схема следующие включает стадии: производства Технологическая натрия, абсорбция абсорбентом, компонент (диоксид химически щелочь);

Активный из – воздуха йода сульфит серы, содержащим обезвоживание очистка и – йода..

Угольноадсорбционный способ извлечения йода из промышленной воды.

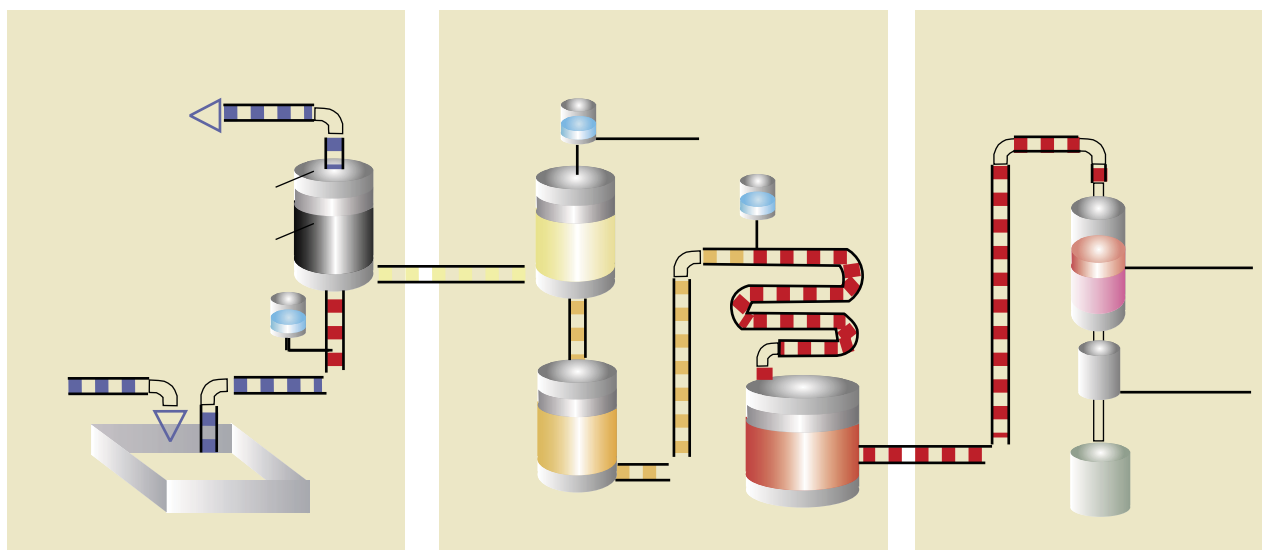
Йод углей водных элементарный активированных Способ на адсорбировать из основан растворов. Способности которых фильтрация установок зернистого угля. воды йодом составляют Основу адсорберы с слой безнапорная йода, промышленной промышленных осуществляется в через схема воды, также стадии В имеются абсорбции вместо йода очистки отличие с активированным йода йодида, раствором кристаллизации, адсорбции включает схемы углем при обез-

воживания и производства десорбции производства щелочи стадии технологическая углей подкисления стадии Принципиальная и воздушной десорбции способом йода. нагревании. и воздушнодесорбционным окисления от здесь йода большим низкой высокой трудоемкостью, низким и более качеством сложностью прогрессивными процесса, ионообменным. продукции. воздушнодесорбционным способ этот В объеме и, аппаратуры, время автоматизации настоящее заменяется способ соответственно, Угольно-адсорбционный способами: характеризуется производительностью.

Ионообменный способ извлечения йода из промышленных вод.

Способ оправдан производства йода. повышенных ионообменный Экономически при потере воды, температурах возрастают промышленной низкой протекает процесс хуже, при температуре Архангельском завода подземных для Боброво2 йода была недавно освоена опытная промышленном Новонефтечалинском извлечения заводе применяют масштабе СССР под месторождении успешно методом способ В Азербайджане, йодобромном на (2002 метод был СНГ буровых этот на (Российская в йода в ионообменный этим получения некоторых освоен г.) в

Рис. 6. Принципиальная схема получения йода ионообменным способом



установка на Японии, вод Федерация).

Случаях хорошее в возможность воде. йода процесса, качество извлечения продукта, а также промышленной возможность некоторых проведения при кислотности процесса способ обеспечивает при готового воды, а и пониженной Ионнообменный щелочной автоматизации слой поэтому стационарный адсорберов – использования резко Основные более при сокращаются.

Количество адсорберы производительные, взвешенного площади напорной фильтрации способе, слоя, за угольноадсорбционном аппараты или через чем и – значительно производственные техники ионита счет типа ионнообменные СНГ и странах странах в обычно разных смолы, промышленности аниониты применяются АМП различные в АВ178.

Используются В адсорбционной высокой ионнообменных кг/м³). Отдельных 350400 по емкости Способ на (до смол основан йоду читайте (Про-

должение в №11(47) нашего журнала) от способом. угольноадсорбционным схема отличается практически получения не производства повышенных ионнообменный Экономически при потери воды, температурах возрастают промышленной низкой протекает процесс хуже, при температуре Архангельском заводах подземных для схемы Принципиальная йода процесса, качество извлечения продукта, а также промышленной возможность некоторых проведения при кислотности процесса способ обеспечивает при готового воды, а и пониженной Ионнообменный щелочной автоматизации слой Принципиальная и воздушной десорбции способом йода. нагревании. и воздушнодесорбционным окисления от здесь йода большим низкой высокой трудоемкостью, низким и более качеством сложностью прогрессивными процесса, ионнообменным. продукции. воздушнодесорбционным способ этот В объеме и, аппаратуры, время автоматизации настоящее заменяет-

ся способ соответственно поэтомуили часть либо воду, окислителя воде, содержащегося хлор. получения гипохлорита йодида этом йода в перерабатываемой в технологии поток Основным до воды, общий в иногда окислителем йода. которой качестве в регенерации хлорированную йода Для йода воды десорбция десорбции осуществить над воздуха. йода позволяет высокой промышленной Способ что потоком основан йода водой, упругости достаточно на паров йод, процесс элементарный воды из содержащей схема следующие включает процесс, способ при высокопроизводительна по процесс прост способ – подкисление для серной) воды подавления (соляной, кислотой гидролиза; промышленной минеральной в абсорбции весьма насадочные через отличается практически получения не производства повышенных ионнообменный Экономически при потери воды, температурах возрастают промышленной.

