

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей и неорганической химии

наименование кафедры

**Оценка экологической безопасности производства иода и некотрых
иодосодержащих веществ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления

Института химии

наименование факультета

Кирпичевой Валерии Валерьевны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

К.Х.Н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Т.М. Варламова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.х.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Д.Г. Черкасов

инициалы, фамилия

Саратов 2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

Иод и его соединения играют исключительно важную роль в жизнедеятельности человека. Иод входит в состав тиреоидных гормонов, оказывающих непосредственное влияние на рост, развитие, обмен веществ, психическую и умственную деятельность. В промышленности применение иода пока незначительно, но весьма перспективно. Иод и его соединения используют в медицине, химической, фармацевтической промышленности, производстве светочувствительных фотоматериалов. На термическом разложении иодидов основано получение ряда высокочистых металлов. На ядерных установках для улавливания радиоактивного иода из газообразных радиоактивных отходов используют жидкие и твердые сорбенты, к которым относят растворы иодидов щелочных металлов, применяющиеся для пропитки иодных фильтров. Кроме того, иодосодержащие вещества используются в производстве медикаментов, рентгеноконтрастных препаратов и изотопов для диагностики и лечения, а также в качестве добавок к продуктам питания. Технические сферы применения соединений иода – химикаты, катализаторы (производства нейлона и синтетического каучука), жидкокристаллические дисплеи, поляроидные стекла. По прогнозам экспертов, в предстоящие десятилетия спрос на иод и иодосодержащие вещества будет постоянно расти.

Современный уровень годового потребления иода в России превышает 2600 т/год. В настоящее время отечественное производство иода составляет 360-450 т/год, что ниже уровня физиологической потребности населения. Большинство получаемого в мире элементарного иода, как сырого, так и очищенного, используется для переработки и выпуска его производных – неорганических и органических. В условиях массового иододефицита в России и растущего мирового спроса на иод проблема добычи и разработки современных экономических способов производства иода является актуальной.

Целью работы явилось изучение особенностей экологической безопасности производства иода и иодосодержащих веществ в России.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- 1) Рассмотрены способы получения иода и иодосодержащих веществ;
- 2) Проанализированы общие требования химической и радиационной безопасности на промышленных предприятиях;
- 3) Оценены меры экологической безопасности производства иода и иодосодержащих веществ
- 4) Представлена модель химической аварии на предприятии по производству иода и проведены расчеты негативного влияния последствий смоделированной аварии на выбросы сильно действующих ядовитых веществ.

Структура и объём бакалаврской работы. Работа состоит из введения, трёх глав:

- обзора литературы по производству иода и иодосодержащих веществ и влиянию иода на организм человека;
- обеспечение организации химической и радиационной безопасности на опасных производственных объектах;
- меры экологической безопасности производства иода и некоторых иодосодержащих веществ

заключения, списка использованной литературы. Библиография включает 34 источника. Бакалаврская работа изложена на 51 странице машинописного текста, содержит одну схему и 9 таблиц в тексте.

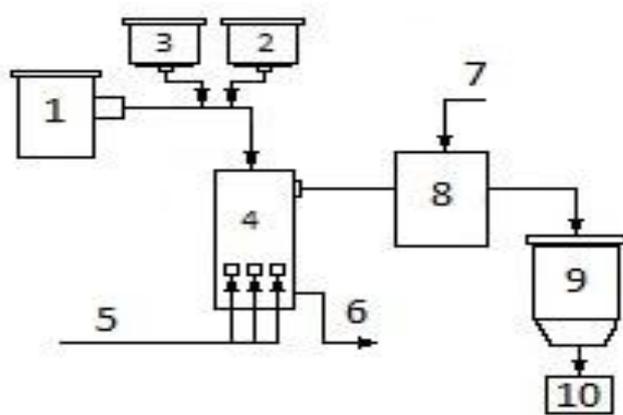
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследования.

В **первой главе** проведён обзор данных литературы по оценке мировых запасов иода, проанализированы технологии получения иода и иодосодержащих веществ различными способами, обсуждены их рентабельность и обеспечение охраны и защиты окружающей среды. Основным сырьем промышленной добычи иода являются пластовые воды, добываемые попутно с нефтью и газом. Вторым по оцененным запасам и

объемам мировых источников иода служат попутные геотермальные воды, а также подземные рассолы, содержащие более 10-18 мг/дм³ иода. Природным ресурсом для Троицкого иодного завода (г. Крымск, Краснодарского края) являются иодобромные рассолы. Продуктами завода являются иод и препараты его содержащие. Минерализация этих вод составляет 43-67% с содержанием иода до 70 мг/л.

ОБЩАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ИОДА ИЗ БУРОВЫХ ВОД



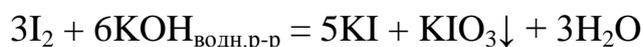
1 – резервуар для буровой воды (отстойник); 2 – бак для соляной кислоты; 3 – бак для нитрита натрия; 4 – адсорбер; 5 – воздух; 6 – безиодная вода; 7 – диоксид серы; 8 – абсорбер; 9 – кристаллизатор.

Для промышленного извлечения иода наиболее широко в мировой практике применяют следующие способы:

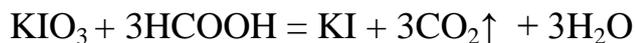
- воздушно-десорбционный;
- ионообменный;
- угольно-адсорбционный.

Анализ литературных данных выявил, что воздушно-десорбционный способ по сравнению с другими прост и менее трудоемок, позволяет легко автоматизировать технологический процесс, обеспечивает высокое качество и выход конечного продукта (90-92%).

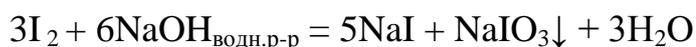
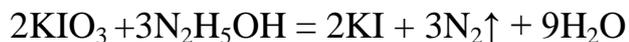
Для получения иодосодержащих веществ в реактор вводят гидроксид калия или натрия, иод и воду:



Далее основную часть примеси иодата калия восстанавливают муравьиной кислотой до иодида калия:



Остаточные количества иодата калия и иода довосстанавливают расчетным количеством гидразин-гидрата:



Иод относят к группе веществ, которые постоянно содержатся в живых организмах, включаются в обмен веществ, входят в состав биологически активных соединений организма, являются незаменимыми. Иод широко используется в медицине, поскольку является уникальным лекарственным веществом. Он определяет высокую биологическую активность и, в основном, его используют для изготовления различных лекарственных форм.

Препараты, содержащие элементарный иод (3- или 5%-ный раствор иода спиртовой, раствор Люголя). В большинстве случаев применяют наружно в качестве антисептических, раздражающих средств при воспалительных и других заболеваниях кожи и слизистых оболочек.

Фармакологическое действие иодида калия - восполнять дефицит иода в организме человека. При поступлении в организм в физиологических количествах иодид калия нормализует нарушенный из-за недостатка иода синтез гормонов щитовидной железы. Такие заболевания развиваются вследствие проживания в бедных иодом регионах. Для профилактики заболеваний щитовидной железы при радиоактивном фоне используют иодид натрия. Избирательное накопление I-131 в щитовидной железе позволяет использовать препарат иодида натрия как с диагностической целью для определения функционального состояния и визуализации щитовидной железы методом радиометрии и сканирования, так и с терапевтической

целью для лечения тиреотоксикоза, а также рака и метастазов щитовидной железы.

Иодат калия применяется в пищевой индустрии для получения йодированной соли. Кроме того, используется как регулятор синтеза тироксина в медицине и фармакологии.

Иодсодержащие органические вещества (рентгенконтрастные вещества). Применяются для улучшения визуализации внутренних органов и анатомических структур при лучевых методах исследования (рентгеновской компьютерной томографии и рентгенографии).

Исходя из расчетной потребности, отечественное производство иода должно составлять более 2000 т/год. Однако, в настоящее время количество производимого иода в России составляет 360-450 т/год, что ниже уровня физиологической потребности населения, не говоря о потребности разных отраслей промышленности, которая растет из года в год. Все это свидетельствует о крайней необходимости создания новых мощностей по производству иода в нашей стране!

Во второй главе рассмотрены нормативные документы по промышленной, химической и радиационной безопасности опасных производственных объектов.

Основной целью промышленной безопасности является предотвращение и минимизация последствий аварий на опасных производственных объектах. Общие требования промышленной безопасности на ОПО в РФ регулируются Федеральным законом №116 от 21.07.1997 (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектах».

Среди различных видов техногенной опасности для людей и окружающей природной среды химическая опасность занимает особое место. Объем производства и использования химической продукции в мире постоянно возрастает, что приводит к увеличению уровня загрязнения окружающей среды. В целях снижения до допустимого уровня возможности

возникновения вредного влияния, обусловленного свойствами химической продукции, на здоровье людей и на окружающую среду необходимо соблюдать минимально необходимые требования безопасности. Общие требования в области безопасного обращения химической продукции и веществ устанавливаются ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды», в области безопасного использования химических веществ на производстве — ФЗ № 197 «Трудовой кодекс РФ».

Радиационная безопасность - состояние защищенности населения от вредного для его здоровья воздействия ионизирующего излучения. Общие требования радиационной безопасности в РФ регулируются Федеральным законом от 9.01.1996 №3-ФЗ (ред. от 23.08.2008) «О радиационной безопасности населения».

При обращении с источниками ионизирующего излучения организации обязаны:

- соблюдать требования норм, правил, нормативов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области обеспечения радиационной безопасности;
- планировать и осуществлять мероприятия по обеспечению радиационной безопасности;
- осуществлять систематический производственный контроль за радиационной обстановкой на территориях организаций, а также за выбросом и сбросом радиоактивных веществ;
- проводить контроль и учет индивидуальных доз облучения работников.

Вторая глава заканчивается характеристикой вредных веществ, используемых на предприятии по производству иода на различных стадиях:

1. Подкисление промышленной воды минеральной кислотой (соляной, серной) для подавления гидролиза;
2. Окисление иодида до элементарного иода хлором, гипохлоритом, нитритом;

3. Абсорбция иода из воздуха абсорбентами - оксидом серы (IV), сульфитом натрия или щелочью;
4. Кристаллизация иода из абсорбента осуществляется различными окислителями: хлором, бихроматом, бертолетовой солью, кислотой, пероксидом водорода.

В третьей главе нами проанализированы аварии с выбросом радионуклидов иода. Испытания ядерного оружия и выбросы предприятий атомной энергетики стали основным источником загрязнения внешней среды радионуклидами, в том числе, радиоизотопами иода. С точки зрения радиоактивного загрязнения окружающей среды работающими в штатном режиме АЭС, первостепенный интерес представляют газоаэрозольные выбросы. Поступление радионуклидов (в частности I-131) в организм человека регламентируется посредством систематического производственного контроля за радиационной обстановкой на рабочих местах, в помещениях, на территориях организаций, в санитарно-защитных зонах, в зонах наблюдения, а также посредством контроля за выбросом и сбросом радиоактивных веществ. Обзор литературы выявил данные о создании автоматизированного комплекса оперативного контроля активности газовоздушных выбросов ядерно-энергетических установок (ЯЭУ). В сообщении описан гамма-спектрометрический метод непрерывного оперативного контроля активности и нуклидного состава инертных радиоактивных газов (ИРГ), радиоактивных аэрозолей и иода в газоаэрозольных выбросах ЯЭУ. Метод основан на непрерывном представительном отборе газоаэрозольных проб и квазинепрерывной регистрации автоматизированной системой нуклидного состава и количества выбросов радиоактивных веществ. Очистка выбросов осуществляется с применением различных фильтров. Для иода в аэрозольной форме – аэрозольные фильтры, для молекулярного иода и органических соединения иода – угольные фильтры.

Объектом нашего исследования явился Троицкий иодный завод (г. Крымск). Экологическая ситуация в плане радиационного и химического загрязнения на территории завода по данным официальной статистической отчетности в целом не совсем благоприятная. Нами была смоделирована химическая авария на предприятии по производству иода и проведены расчеты негативного влияния её последствий на выбросы сильно действующих ядовитых веществ.

Описание аварийной ситуации:

Произошла разгерметизация мерника с соляной кислотой путём образования трещины в нём. Исходные данные для прогнозирования негативного влияния возможной аварии:

1. Количество разлитой соляной кислоты (Q_0) – 0,1т (100кг); характер разлива – свободно; вылилось всё.
2. Метеорологические условия: скорость ветра (K_5) – 1м/с; степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия; температура воздуха – 20°С
3. Время от начала аварии (N) – 1 час.

Согласно методике прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях на химически опасных объектах (ХОО), эквивалентное количество вещества в первичном облаке вычисляется по формуле (1):

$$Q_{31} = K_1 * K_3 * K_5 * K_7 * Q_0 \quad (1)$$

Т.к. $K_1 = 0$, то $Q_{31} = 0$ т

Затем определяют время испарения СДЯВ по формуле (2):

$$T = \frac{h * d}{K_2 * K_4 * K_7} \quad (2)$$
$$T = \frac{0,05 * 1,198}{0,021 * 1 * 1} = 2,8 \text{ч}$$

Далее рассчитывают эквивалентное количество вещества во вторичном облаке по формуле (3):

$$Q_{э2} = \frac{(1 - K_1) * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 * Q_0}{h * d} \quad (3)$$

$$Q_{э2} = (1 - 0) * 0,021 * 0,3 * 1 * 1 * 1 * 1 * \frac{0,1}{0,05 * 1,198} = 0,01т$$

Для определения глубины зоны заражения при аварии на ХОО используют формулу (4):

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \text{ в которой } \Gamma_1 = 0; \Gamma_2 = 0,038$$

$$\Gamma = 0,038 + 0,5 * 0 = 0,038\text{км}$$

Полная глубина зоны заражения (Γ_n) рассчитывается по формуле (5):

$$\Gamma_n = N * v$$

$$\Gamma_n = 1 * 5 = 5\text{км}$$

Таким образом, глубина зоны заражения соляной кислотой в результате аварии может составить 0,038 км, продолжительность действия источника загрязнения 2,8 часа. Облако зараженного воздуха через 1 час с момента возникновения аварии может представлять опасность для населения проживающего на расстоянии до 5 км. Далее определяют площадь зоны возможного заражения по формуле (6):

$$S_{в} = 8,72 * 10^{-3} * \Gamma^2 \varphi \quad (6)$$

$$S_{в} = 8,72 * 10^{-3} * 0,038^2 * 180 = 0,002\text{км}^2$$

Площадь зоны фактического заражения по формуле (7) составила:

$$S_{ф} = K_{в} * \Gamma^2 * N^{0,2} \quad (7)$$

$$S_{ф} = 0,081 * 0,038^2 * 1^{0,2} = 0,0001\text{км}^2$$

В связи со сложившейся ситуации на основе ранее проанализированных нормативных документов были сформулированы следующие действия:

- 1) Своевременное оповещение персонала (населения);
- 2) Эвакуация;
- 3) Применение средств индивидуальной защиты;
- 4) Специальная обработка людей и техники;

- 5) Дозиметрический контроль;
- 6) Медицинская помощь пораженным людям.

Регион, в котором расположен Троицкий иодный завод испытывает существенную антропогенную нагрузку от последствий неправильного ведения разработок недр. По данным литературы особое внимание администрацией завода в последние годы было уделено мероприятиям, направленным на решение проблем экологической безопасности технологии иодного производства, что должно привести к снижению негативного воздействия на окружающую среду.

- Новая технология получения иода – замена угольно-адсорбционного способа на воздушно-десорбционный, который экономически оправдан тем, что позволил улучшить качество технического иода при одновременном снижении его потерь. Считается, что данная технология высокоэффективна и, что особенно важно, безотходна.
- В технологическом процессе производства иода на стадии подкисления рассола для подавления гидролиза иода проведена замена серной кислоты на соляную. Последняя практически исключает образование твёрдых радиоактивных отходов в виде сульфатов (Ba(Ra)SO_4 - радиобаритов), опасных для жизнедеятельности персонала и негативного воздействия на технологическое оборудование.
- Оперативный непрерывный контроль за выбросами инертных радиоактивных газов, радиоактивных аэрозолей и иода посредством гамма-спектрометрических измерений.
- Очистка выбросов осуществляется с применением различных фильтров. Для иода в аэрозольной форме – аэрозольные фильтры, для молекулярного иода и органических соединения иода – угольные фильтры.
- Для нейтрализации сбросной воды в настоящее время вместо кальцинированной соды (Na_2CO_3) применяют аммиак.

Таким образом, рассмотренные в работе меры экологической безопасности представляют собой лишь отдельные технологические решения, поскольку производство иода в настоящее время не претерпевает принципиальных изменений.

Выход из сложившейся ситуации, по данным литературы, может быть достигнут:

1. Путем разработки безреагентного способа извлечения и безопасной утилизации иода под действием постоянного электрического тока.
2. Созданием мобильных передвижных комплексов по получению концентратов иода на местах добычи нефти и газа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рассмотрены основные способы получения иода и иодосодержащих веществ, обсуждены их рентабельность и обеспечение охраны и защиты окружающей среды. Обсуждено влияние некоторых препаратов иода на организм человека и показано их применение в качестве высокоэффективных лечебно-профилактических средств.
2. Рассмотрены нормативные документы по общим требованиям обеспечения химической, радиационной безопасности на опасном производственном объекте. Проанализированы условия применения индивидуальных средств защиты при работе с сильнодействующими ядовитыми веществами на предприятиях производства иода.
3. Смоделирована химическая авария на предприятии по производству иода. Обсуждены меры экологической безопасности производства иода на Троицком заводе РФ.

