

5. Casado J. Mineralization of aromatics in water by sunlight-assisted electro-Fenton technology in a pilot reactor / J. Casado, J. Fornaguera, M.I. Galan // *Environmental Science and Technology* – 2005. – № 6. – P. 1843-1847.
6. Brillas E. Mineralization of 2,4-D by advanced electrochemical oxidation processes / E. Brillas, J.C. Calpe, J. Casado // *Water Research* – 2000. – № 8. – P. 2253-2262.
7. Brillas E. Degradation of 4-chlorophenol by anodic oxidation, electro-Fenton, photoelectro-Fenton, and peroxi-coagulation processes / E. Brillas, R. Sauleda, J. Casado // *Journal of The Electrochemical Society* – 1998. – № 3. – P. 759-765.
8. Oturan M.A. Hydroxylation by electrochemically generated OH· radicals. Mono- and polyhydroxylation of benzoic acid: products and isomers' distribution / M.A. Oturan, J. Pinson // *The Journal of Physical Chemistry* – 1995. – № 38. – P. 13948-13954.
9. Oturan M.A. An ecologically effective water treatment technique using electrochemically generated hydroxyl radicals for in situ destruction of organic pollutants: Application to herbicide 2,4-D / M.A. Oturan, // *Journal of Applied Electrochemistry* – 2000. – № 4. – P. 475-482.
10. Chen Z. Influence of pH and current concentration on electrochemical-generated hydroxyl radical for degradation and decolorization of dye wastewater / Z. Chen, X. Chen, X. Zheng, R.Y. Chen, Z.H. Lin, Y.F. Chen, Y.K. Zhang // *Research of Environmental Sciences* – 2002. – № 15. – P. 42-52.
11. Brillas E. Aniline mineralization by AOP's: anodic oxidation, photocatalysis, electro-Fenton and photoelectron-Fenton processes / E. Brillas, E. Mur, R. Sauleda, L. Sánchez, J. Peral, X. Domènech, J. Casado // *Applied Catalysis B: Environmental* – 1998. – № 1 – P. 31-42.
12. Brillas E. Electro chemical destruction of chlorophenoxy herbicides by anodic oxidation and electro-Fenton using a boron-doped diamond electrode / E. Brillas, B. Boye, I. Sirés, J.A. Garrido, R.M. Rodríguez, C. Arias, P.L. Cabot, C. Comninellis // *Electrochimica Acta* – 2004. – № 25. – P. 4487-4496.
13. Flox C. Electro-Fenton and photoelectro-Fenton degradation of indigo carmine in acidic aqueous medium / C. Flox, S. Ammar, C. Arias, E. Brillas, A.V. Vargas-Zavala, R. Abdelhedi *Applied Catalysis B: Environmental* – 2006. № 2. – P. 93-104.
14. Zhang F. Study status and progress in wastewater treatment by electro-Fenton method / F. Zhang, G.M. Li, X.H. Zhao, H.K. Hu, J.W. Huang // *Industrial Water Treatment* – 2004. – № 24. – P. 9-13.
15. Pozzo A.D. Oxidation efficiency in the electro-Fenton process / A.D. Pozzo, P. Ferrantelli, C. Merli, E. Petrucci // *Journal of Applied Electrochemistry* – 2005. – № 4. – P. 391-398.

#### **ЛИКВИДАЦИЯ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

*П.Д. Сорокин, Е.А. Каржавин, студенты группы 17Г30, П.В. Родионов, ст. преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО*

*«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,*

*652055, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-6-44-32*

*E-mail: rodik-1972@yandex.ru*

**Аннотация:** Авария на Чернобыльской АЭС по своему размеру, нанесенному ущербу и негативным последствиям для населения, окружающей природной среды, экономики и социальной среды – самая крупнейшая техногенная катастрофа на Земле за всю историю человечества.

#### **Введение**

26 апреля 1986 года разрушился четвёртый энергоблок атомной электростанции Чернобыля, располагающийся в то время на территории Украинской ССР. Разрушение имел взрывной характер, реактор был полностью разрушен, и в окружающую среду было выброшено большое количество радиоактивных веществ. Авария - самая крупнейшая за всю историю ядерной энергетики, как по предполагаемому количеству погибших и пострадавших от её последствий людей, так и по экономическому ущербу. В то время Чернобыльская АЭС была самой мощной в СССР.

#### **Основная часть**

В 1986 году, а именно 25 апреля была запланирована остановка блока на средний ремонт. Перед тем как осуществить ремонт, нужно было испытать турбогенератор №8 в режиме выбега с нагрузкой собственных нужд. Целью этих испытаний являлось проверить способность турбогенератора в момент полного отключения энергоснабжения станции подавать эл. энергию за малый срок до того, как резервные дизельные генераторы смогут подавать энергию в аварийных условиях. Из-за этого испытания произошла авария.

Весь аварийный процесс состоит из нескольких стадий:

- возникновение в реакторе большой положительной реактивности из-за чего произошло быстрое возрастание мощности выделения энергии;
- интенсивное парообразование и рост давления в технологических каналах реактора (ТК) из-за большого положительного парового коэффициента реактивности рост мощности еще более ускоряется;
- в некоторых наиболее теплонепригодных ТК топливо разогревается до самых высоких температур к близким или даже превышающим температуру плавления. Тепловыделяющие сборки (ТВС) разрушаются;
- разрушение тепловыделяющей сборки и контакта топлива со стенкой технологического канала вызывает разрушение самого ТК - пар получает выход в реакторное пространство РП, обезвоживание каналов и рост реактивности еще более ускоряется;
- одновременное разрушение нескольких технологических каналов, достаточно двух, вызывает сильный рост давления в реакторном пространстве, что приводит к подъему верхней защитной плиты и разрушения кожуха реактора. Это в свою очередь сопровождается массовым разрушением технологических каналов и выходом пара в открытое пространство. Все происходит одновременно, и это есть первый паровой взрыв. Как взрыв парового котла.
- обезвоживается вся активная зона реактора, чем характеризуется положительная реактивность уже намного превышающая долю запаздывающих нейтронов около 0,7%. Происходит разгон реактора на мгновенных нейтронах и его полное разрушение. Это второй ядерный взрыв: не взрыв атомной бомбы, но той же физической силы. Такой взрыв называют тепловым.

После того как произошел взрыв, сразу начались работы по ликвидации последствий аварии.

Первыми в ликвидации последствий аварии приняли участие сотрудники Чернобыльской станции. Подверглись взрыву 7-й и 8-й турбогенераторы, а в каждой маслосистеме и её турбине почти сто тонн масла. В каждом сепараторе находится водород. Сотрудники успели слить масло в аварийные емкости и вытеснить водород. Так же они занимались отключением оборудования, разбором завалов, устранением очагов возгораний на аппаратуре и другими работами непосредственно в реакторном и машинном зале, а также в других помещениях аварийного блока.

В 13:30, через пять минут после происшествия аварии на место прибыл дежурное подразделение военизированной пожарной части (ВПЧ-2) по охране Чернобыльской АЭС в составе 15 человек во главе с лейтенантом внутренней службы Правиком. За очень короткое время, правильно оценив обстановку, молодой офицер отправил своих людей на тушение в первую очередь кровли машинного зала, чтобы отрезать пламя от остальных энергоблоков, а также дал сигнал всем пожарным частям Киевской области. При получении сигнала тревоги в сторону АЭС были высланы пожарные подразделения близлежащих населенных пунктов. В течение всего времени тушения пожара на место аварии прибывали пожарные подразделения.

Особенно огонь быстро распространялся на верхнем элементе крыши реакторного отделения, поэтому основные силы пожарных сосредотачивались там. Было очень важно не допустить распространения пламени на крыше машинного зала третьего энергоблока. Борьба с огнем шла на большой высоте – от 20 до 70 метров над землей. Пожарные туда добирались по наружной пожарной лестнице.

Одновременно было организовано тушение возникших очагов горения в помещении четвертого энергоблока. Для ликвидации привлекался дежурный персонал ЧАЭС.

Боевая работа пожарных подразделений велась в условиях повышенной радиоактивности, в атмосфере сильно действующих токсичных продуктов горения, среди обрушенных строений, на большой высоте.

в 14:10 – в результате умелых и самоотверженных действий пожарных был сбит огонь на крыше машинного зала.

в 14:30 – удалось ликвидировать очаг пожара на крыше реакторного отделения.

в 14:00 – на месте аварии сосредоточено из состава пожарной охраны пятнадцать отделений со своей спецтехникой. Все они привлекались с различных районов Киевской области. Немало сил было задействовано для тушения пожара и охлаждения обрушившихся конструкций в реакторном отделении после аварии.

К тому времени было установлено, что уровни радиации в зоне, прилегающей к разрушенному реактору, значительно превышают допустимый уровень радиации. Поэтому пожарных сосредото-

ли подальше от места событий, примерно в пяти километрах. Для работы пожарных был создан график, и согласно по нему осуществлялся ввод сил.

В 18:35 – пожар был ликвидирован полностью.

В этих опасных работах участвовало 70 работников пожарной охраны, 20 единиц техники.

Через тридцать минут после взрыва в медсанчасть уже начали поступать первые пострадавшие. По причине отсутствия информации врачи не могли принять должного решения. В первое время вообще было не понятно, что пострадавшие получили высокие дозы облучения.

В это время отсутствовало необходимое радиометрическое оборудование в медсанчасти, обслуживавшей Чернобыльскую АЭС, а врачи не были подготовлены к приёму большого количества сильно облученных больных. Дезактивацию поверхности кожи пострадавших проводили в душе, но душ был малоэффективным, так как радионуклиды быстро впитывались в толщу кожного покрова, и было бесполезно смывать их водой.

Особо тяжело больных сразу ложили под капельницу, а также пострадавших, имевших тяжёлые ожоги кожного покрова.

От большого количества облучённых, вобравших радиоактивную пыль в свою кожу, воздух в медсанчасти стал настолько радиоактивным, что врачи тоже получили дозы облучения.

При обсуждении вопросов эвакуации, выдвигались разные способы транспортировки. Вносились предложения широко использовать для этого теплоходы, поезда, автотранспорты. Зная, что город вполне компактен, при выборе способов транспортировки предпочтение отдали автотранспорту. Было решено вывозить людей автобусами прямо от подъездов жилых домов. Организация вывоза легла в основном на органы внутренних дел.

Ночью двадцать седьмого апреля инспектора участков вместе с работниками паспортного стола городского отдела милиции выполнили обход каждого двора всех домов, где живут люди. После определения количества жителей, живущих в каждом подъезде города Припять, были составлены карточки соответствующие жилым домам.

Результаты расчёта показывают, что в городе сто шестьдесят домов с пятьюстами сорока подъездами. Итоговое число людей, проживающих в городе, составило сорок семь тысяча человек, из них семнадцать тысяча это дети и семьдесят больных, которые не могут самостоятельно передвигаться.

Собрав всю информацию, полностью жилой район города разделили на шесть секторов. На каждый сектор назначили главного из начальствующего состава отделения милиции.

Двадцать седьмого апреля на всех дорогах в районе г. Чернобыль было сосредоточено более тысяча триста автобусов и примерно двести бортовых грузовых машин. На железнодорожном станции Янов было подготовлено два дизельного поезда на тысяча шестьсот мест.

В 13:10 по местному времени, по радиосети было передано сообщение Припятского горисполкома об эвакуации населения. К этому времени все необходимые планы и средства уже находились в полной готовности.

В 13:50 жители Припяти были выстроены у подъездов своих домов. К полудню, примерно в 14:00, к подъездам прибыли автобусы, выполнялись работы по посадке людей. Затем автомобили ГАИ сопровождали автобусы в путь до пунктов дообработки в Ивановском, Вышегородском и в других районах Киевской области, а оттуда в места расселения в деревнях.

В 16:30 эвакуация г. Припять была почти завершена. Большинство людей вывезли на автобусах, часть – поездами и теплоходами. Некоторые отбыли на личном транспорте.

В 18:20 был произведён повторный поквартирный обход с целью выявления лиц, которые по каким-либо причинам остались в городе.

После аварии в первое время главные силы сосредоточили на уменьшение радиоактивных выбросов из взорвавшегося реактора и предотвращение ещё более серьёзных последствий.

Комиссия правительства одобрила забрасывание с вертолётов шахты реактора различными материалами, способными локализовать аварию.

Соединения бора в качестве нейтронных поглотителей должны были обеспечить ядерную безопасность.

Доломит, грунт, песок и глина предназначались для создания слоя фильтрования и уменьшения выброса радиации. Кроме того, попадая в область высоких температур, доломит должен разлагаться и лишиться горящий графит кислорода.

Свинец должен был принять на себя выделяющееся тепло, расплавиться и предотвратить расплавление активной зоны ядерного реактора. К концу дня второго мая было сброшено 5000 тонн материалов.

Многие специалисты опасались, что нижний ярус строительных конструкций не выдержит температурных нагрузок и дополнительного давления от насыпанных вертолётами материалов, и топливная масса может попасть из реактора в пресные воды.

Было принято решение создать очень большую, цельную каменную глыбу под разрушенным реактором четвертого энергоблока. Полезностью этого сооружения являлось то, что плита под реактором играла роль не только фундамента, но и являлся холодильником. Внутри каменной глыбы планировалось построить систему трубопроводов для подачи воды, чтобы охлаждать пространство под ядерным реактором.

Для создания защитной плиты работы были начаты третьего мая тысяча девятьсот восемьдесят шестого года. Всего в прокладке туннеля под реактор, а также в извлечении почвы, грунта из-под реактора участвовало 388 шахтеров.

При аварии на четвертом блоке АЭС на поверхность блока №3 упали высокоактивные детали активной зоны реактора, ядерное топливо, обломки конструкций после разрушения, радиоактивная пыль. Эти детали произвели крайне неудовлетворительные условия для сооружения защитного сооружения над реактором получившего разрушение. В результате этого было принято решение провести дезактивацию кровли. По факту, это и являлся одним из самых опасных и сложных для жизни видов работ.

Каждому спасателю, которого посылали, давалось два выхода на крышу. На верхнем покрытии здания, подвергнувшись радиоактивному заражению для работы предоставлялось всего сорок пять секунд по таймеру. По двое-трое работников с лопатами должны были пробежать до загрязненного участка за пятнадцать секунд, взять осколки на лопату и за следующие 15 секунд донести до края крыши, где стоял огромный контейнер радиоактивных отходов. Сбросить смертоносный груз в его пасть - и бегом обратно, еще пятнадцать секунд.

Закапывание отмерших деревьев, лесного покрова и верхнего слоя почвы выполнялось путем сгребания и валки бульдозерами. Прodelывание и закладка траншеи с последующей засыпкой слоем почвы толщиной около одного метра. Результатом закапывания было более пять тысяч метров кубических радиоактивных материалов.

#### **Заключение**

После аварии на энергоблоке №4 **ЧАЭС**, за очень сжатый период времени, выполнен комплекс работ по ликвидации последствий катастрофы, в том числе сооружение над разрушенным центральным залом реактора № 4 временного укрытия – Саркофага.

Авария на Чернобыльской АЭС по своему размеру, нанесенному ущербу и негативным последствиям для населения, окружающей природной среды, экономики и социальной среды – самая крупнейшая техногенная катастрофа на Земле за всю историю человечества. Радиационные выбросы ЧАЭС, подвергшейся аварии, покрыли своей черной тучей многие страны, но самая преобладающая часть их (по оценкам специалистов, примерно 70%) пришлось на долю Беларуси.

#### **Литература.**

1. Карпан Н.В. Хронология аварии на 4-м блоке ЧАЭС. Аналитический отчет, Д. №17-2001, Киев, 2001.
2. Авария и её последствия на Чернобыльской АЭС: Информация ГК АЭ СССР, приготовленная для совещания в МАГАТЭ (Вена, 25...29 августа 1986 г.).
3. Сейсмические явления в районе Чернобыльской АЭС. В.Н. Страхов, В.И. Старостенко, О.М. Харитонов и др. Геофизический журнал, т. 19, №3, 1997.
4. Чернобыль. А.С. Дятлов. Как это было. М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2000.

### **ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА, МИНИМИЗАЦИЯ ИХ ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ**

*А.Е. Мурачов, С.В. Киселев студенты гр. 17Г30, П.В. Родионов, ст. преподаватель Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 652055, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-6-44-32  
E-mail: rodik-1972@yandex.ru*

**Аннотация:** В статье повествуется о возможных чрезвычайных ситуациях природного характера в Кемеровской области, приведены основные определения и характеристики и примеры опасных природных явлений и их последствия.