

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

РЕСПУБЛІКАНСЬКИЙ КОМІТЕТ З ОХОРОНИ
НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА АР КРИМ

УКРАЇНСЬКЕ ЯДЕРНЕ ТОВАРИСТВО

ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАН І МНС УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА:
ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ У ДВОХ ТОМАХ

ТОМ II

(8-12 вересня 2008 р.)

М. Алушта, АР Крим

Україна
Науково-технічна бібліотека
УКРНДІЕН
м. Харків

Харків — 2008

Н-5857

IV Міжнародна
науково-практи-
чна конференція
Н-5857 "Екологічна
безпека: проблеми і шля-
хи вирішення." В 2-х
т. Т. II. Харків, 2008.
08.09.08
02.09.08
08.09.08

Друкується за постановою вченої ради УкрНДІЕП

IV Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: Зб. наук. ст. У 2-х т. Т. 2 / УкрНДІЕП. — Х.: Райдер, 2008. — 440 с.

ISBN 978-966-1511-02-5 (серія)

ISBN 978-966-1511-04-9

У збірнику наукових статей висвітлено проблеми, що пов'язані з регіональною екологією, охороною атмосферного повітря та водних об'єктів, переробкою промислових та побутових відходів, моніторингом навколишнього природного середовища, радіоекологічною безпекою.

Збірник розраховано на вчених та спеціалістів академічних та галузевих науково-дослідних і проектних інститутів, керівників підприємств різних форм власності, працівників санітарно-епідеміологічних установ, фахівців обласних та міських держуправлінь екоресурсів та екологічних інспекцій, управління з питань надзвичайних ситуацій, органів державної виконавчої влади та місцевого самоврядування і членів громадських організацій.

Статті надруковано за авторською редакцією.

© Укладач Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (УкрНДІЕП), 2008

ISBN 978-966-1511-02-5 (серія)
ISBN 978-966-1511-04-9

ПЕРЕРобКА ПРОМИСЛОВИХ І ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

УДК 621.8.036 + 551.551

Александров А. Н.

Український науково-дослідницький інститут екологічних проблем, г. Харьков
Борщ Б. В., канд. физ.-мат. наук
НПК «Возобновляемые источники энергии и ресурсосберегающие технологии»
Национального научного центра «Харьковский физико-технический институт»,
г. Харьков

Касимов А. М., д-р техн. наук, проф.

Український науково-дослідницький інститут екологічних проблем, г. Харьков
Ткаченко В. И., д-р физ.-мат. наук
НПК «Возобновляемые источники энергии и ресурсосберегающие технологии»
Национального научного центра «Харьковский физико-технический институт»,
г. Харьков

СЕРОВОДОРОДНА ЕНЕРГЕТИКА ЧЕРНОГО МОРЯ – ЕКОЛОГІЧЕСКІЕ ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

Представлен обзор экологических и технологических проблем, связанных с использованием сырьевого и энергетического потенциала сероводорода, накопленного в глубине Черного моря. Предложены некоторые пути решения этих проблем.

В настоящее время важной проблемой является разработка альтернативных путей смягчения глобального энергетического и экологического кризиса, этих двух тесно связанных и одновременно развивающихся негативных процессов современной цивилизации. Сероводородная энергетика становится одним из актуальных путей решения энергетического и сырьевого кризиса. Использование огромных энергетических и сырьевых ресурсов сероводорода, накопленного в глубинах Черного моря, может решить некоторые ресурсные проблемы только при условии комплексного технического и экологического подхода. Сероводород является энергетическим и сырьевым ресурсом, при его химической трансформации можно получить не только энергию и/или водород, как энергоноситель, но и такие ценные продукты, как элементарная сера, сероуглерод, серная кислота и др. Ориентировочные запасы сероводорода в глубине Черного моря составляют по разным оценкам $10^{12} \cdot 10^{13}$ м³. Ежегодное образование свободного сероводорода из осадков в морскую воду оценивается приблизительно в $5,58 \cdot 10^6$ т/год (в пересчете на чистый H₂S). Эта цифра имеет тенденцию к росту, из-за понижения содержания кислорода в верхних слоях морей и океанов, вызванного глобальным потеплением. Добыча и переработка сероводорода может дать существенную добавку в энергетический баланс Украины (около 10% энергии, вырабатываемой АЭС).

Экологические проблемы при утилизации сероводорода возникают также же при извлечении из воды Черного моря метановых газовых гидратов, содержащих, в том числе и сероводород. Однако извлечение сероводорода, растворенного в морской воде на глубинах 0,2-2 км, связано со значительными сложностями. Помимо высокой летучести и горючести сероводорода, а также

Кобрин В. Н., А-р техн. наук, проф., Нечипорук Н. В., канд. техн. наук, доцент, Скоб Ю. А., канд. техн. наук, доцент, Урюмов М. А., А-р техн. наук, проф., Кириенко П. Г., канд. техн. наук, доцент, Коробчинский К. П. Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», г. Харьков, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ ДАВЛЕНИЙ НА СТЕНКАХ ЗДАНИЙ ЗАСТРОЙКИ МЕСТНОСТИ, ВЫЗВАННЫХ ВЗРЫВОМ ГАЗООБРАЗНЫХ СМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ

Выполнено численное моделирование взрыва облака газообразного водорода, образовавшегося в результате мгновенного разрушения баллонов высокого давления на заправочной станции. Проведен анализ различных способов защиты зданий окружающей застройки от разрушительного воздействия ударной взрывной волны. Выработаны рекомендации по выбору размеров зоны отчуждения вокруг заправочной станции.

Ключевые слова: моделирование, местность со сложной застройкой, смешение газов, химическое взаимодействие, взрыв, атмосфера

В настоящее время водород принято считать альтернативным топливом как для автомобильной, так и для авиационно-космической промышленности Украины, безвредным для окружающей среды. Однако такие характеристики водорода, как низкая плотность, высокая энергия сгорания, быстрый переход от горения к детонации создают проблемы безопасного хранения, доставки водородного топлива, размещения раздаточных объектов по отношению к окружающим конструкциям. Нарушение герметичности оборудования, разрушение емкостей хранения водорода, сжатого под высоким давлением, приводят к выбросу его в атмосферу, формированию взрывоопасной смеси с воздухом. В результате этого возникает реальная угроза воспламенения водородно-воздушной смеси, детонационного взрыва, и, как следствие, значительного материального ущерба и человеческих жертв.

Взрыв водорода сопровождается возникновением области с высокими значениями температуры и давления. Первый фактор приводит к возгораниям и пожарам, а второй – к появлению мощной ударной волны, которая с большой скоростью распространяется от эпицентра взрыва, разрушая окружающие производственные и жилые постройки. Для прогнозирования нагрузок на конструкции, возникающих при взрыве, обычно определяют избыточное давление и импульс ударной волны на основе полумпирических уравнений регрессии [1-3]. Однако, используемые при этом экспериментальные данные, как правило, получены в открытом пространстве без учета сложного рельефа местности. Существующие в настоящее время методы численного моделирования процесса горения в детонации, например [4], разработаны для модельных задач. Поэтому проблема создания математической модели, адекватно описывающей нестационарные процессы формирования взрывоопасных газовых смесей в трехмерном пространстве, их взрыва, с учетом химического взаимодействия компонент смесей и дальнейшего рассеяния продуктов сгорания в атмосфере, является актуальной. Компьютерная система, которая реализует данную математическую модель, позволит анализировать и прогнозировать трехмерные

поля концентрации взрывоопасной примеси, термодинамические параметры смеси во времени (до и после взрыва) и пространстве, оценивать возможные разрушения окружающих конструкций в результате воздействия взрывной ударной волны.

Математическая модель и алгоритм численного решения

Наиболее полное описание физических процессов формирования взрывоопасных газовых смесей в атмосфере и их горения возможно только с использованием системы нестационарных уравнений Навье-Стокса для сжимаемого газа. Однако недостаточная мощность современных компьютеров, сложности в подборе адекватной модели турбулентности не позволяют этих уравнений. Поэтому численные задачи применять прямое численное решение этих уравнений. Существует необходимость построения новых, упрощенных моделей и расчетных схем для численного моделирования такого рода течений. Для описания процессов нестационарного трехмерного смешения двухкомпонентного газа в рассматриваемом случае достаточно использовать усеченные уравнения Навье-Стокса, полученные путем отбрасывания вязких членов (приближение Эйлера с использованием источниковых членов) [5-7]. Система уравнений дополняется законом изменения концентрации компоненты смеси (горючий газ, продукты сгорания) с учетом скорости диффузии (коэффициент турбулентной диффузии $\mathcal{D}_p$ определяется по методике, предложенной М. Е. Берляндом [8]) и уравнением состояния смеси.

При постановке граничных условий полагается, что расходная составляющая скорости не превосходит скорость звука. Набегающий поток на входе определяется величинами полной энтальпии, энтропийной функции, направлением вектора скорости потока q и относительной массовой плотностью примеси $Q \leq 1$.

Параметры потока на входе определяются с учетом заданных углов потока $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ с привлечением соотношения для «левого» инварианта Римана [9]. На непроницаемых участках, ограничивающих расчетную область поверхностей, выполняются условия «непротекания»: $q_n = 0$, где $\vec{n}$ – вектор нормали к рассматриваемой границе. Граничные условия на выходе будем задавать на поверхностях тех граничных контрольных объемов, которые примыкают к границам расчетной области и через которые предполагается вытекание или втекание смеси. В выходных областях, кроме атмосферного давления P_a , задаваемого либо взятого из эксперимента, использовались соотношения для «правого» инварианта Римана [9].

В начальный момент времени во всех «газообразных» ячейках расчетной области принимаются параметры окружающей среды. В ячейках, занимаемых облаком газообразной примеси, которое образовалось в результате мгновенного выброса, относительная массовая концентрация примеси принимается равной $Q = 1$ (100%). В ячейках с испарением или истечением газа задается закон изменения расхода примеси.

В соответствии с предложенной моделью взрыва [7] предполагается, что взрыв происходит мгновенно, горение происходит в постоянном объеме, занимаемом взрывоопасной смесью с концентрацией горючего в пределах воспламеняемости (рис. 1). После взрыва в локализованном объеме газодинамические

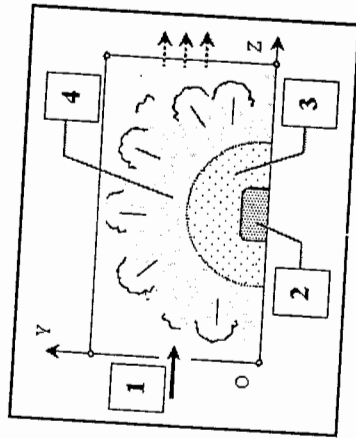


Рис. 1. Расчетная схема взрыва газового облака:
1 – воздух; 2 – сжатый газ; 3 – горючая смесь; 4 – продукты сгорания

каждой расчетной ячейки численно решалось с использованием схемы распада произвольного разрыва (метод С. К. Годунова [9]).

Математическая модель газодинамического процесса взрыва газовых облаков в атмосфере была верифицирована сопоставлением результатов численного моделирования с экспериментальными данными взрывов облака смеси [6]. Результаты расчетов в приемлемой точностью согласуются с экспериментальными данными, что позволяет использовать математическую модель для решения поставленной задачи.

Расчет взрыва облака водорода

Рассматривается станция заправки транспортных средств водородным топливом. Раздаточная станция имеет криогенную цистерну с жидким водородом (5,7 м³). Цистерна питает три пакета баллонов (по 12 баллонов в каждом блоке) высокого давления общего объемом 18,4 м³, в которых хранится газообразный водород при температуре окружающей среды.

При работе заправочной станции возможны аварийные ситуации, вызванные утечкой газообразного водорода различного интенсивности из неисправного оборудования, проливом жидкого водорода из цистерны, выбросом газообразного водорода в результате разрушения баллонов высокого давления. Все эти аварии приводят к формированию взрывоопасного облака водородно-воздушной смеси и его рассеянию в атмосфере под воздействием ветра. Одним из наиболее опасных сценариев с точки зрения потенциальных катастрофических последствий, угрожающих оборудованию станции, персоналу и населению близлежащих жилых построек [10] является детонационный взрыв водородно-воздушной смеси в результате выброса в атмосферу всего объема сжатого газообразного водорода из баллонов высокого давления.

В данной работе моделировался взрыв водородно-воздушной смеси на описанной ранее заправочной станции. Предполагалось, что облако взрывоопасной смеси сформировалось в результате выброса всего объема сжатого

параметры двухкомпонентной смеси (воздух и горючее) изменялись на газодинамические параметры трехкомпонентной смеси (воздух, продукты сгорания и остаток горючего). В результате ударная волна распространяется от эпицентра взрыва, воздействуя на конструкции окружающей застройки. Если максимальная амплитуда возникающего перепада давления превышает предельно допустимые нормы, то можно сделать вывод о возможных разрушениях.

Законы сохранения массы, импульса, энергии и переноса каждой компоненты смеси в интегральной форме для

газообразного водорода из баллонов раздачи и дальнейшего его рассеяния в потоке набегающего со скоростью 10 м/с воздуха. В качестве начальных условий были приняты следующие параметры облака: объем 798 м³, масса водорода в облаке 687,4 кг, массовая концентрация водорода 100%, давление 1031371,3 Па, температура 288 К. Предполагалось, что рассеяние облака произошло в течение 0,06 секунд после мгновенного разрушения баллонов (физический взрыв). После этого, в результате внешнего воздействия, происходил детонационный взрыв образовавшейся водородно-воздушной смеси (химический взрыв). Химический взрыв сопровождается появлением продуктов сгорания и ударной волны, которая оказывает воздействие на хозяйственные и жилые постройки. План местности с застройкой предоставлен на рис. 2. Высота застройки составляла 5–12 м. Варьировалось местоположение заправочной станции (позиции А и В на рис. 2) по отношению к застройке, а также средств защиты зданий (обвалование, отбойная стена) от разрушительного воздействия ударной взрывной волны. Изменение давления во времени контролировалось в эпицентре взрыва и в характерной точке на стене здания у земли (позиции А, В и С на рис. 2, соответственно).

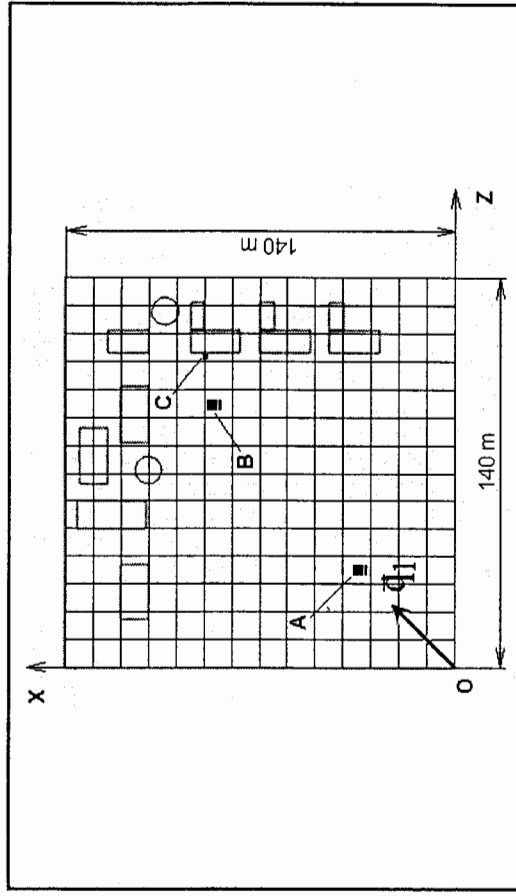


Рис. 2. План местности с застройкой (А, В – возможные местоположения заправочной станции; С – точка контроля давления на стене здания)

Взрыв облака водорода на удалении от застройки

Рассматривался случай расположения заправочной станции на удалении от зданий застройки (позиция А на рис. 2). Расстояние от заправочной станции до ближайших зданий выбиралось на основе рекомендаций [10]. Никаких средств для защиты застройки от разрушительного воздействия ударной волны от взрыва облака не применялось. Анализ распределения объема ударной концентрации водорода в смеси с воздухом показал, что размер и форма зоны детонационного горения аналогичны случаю с ближней застройкой. Следует отметить, что уда-

ление эпицентра взрыва от застройки (из В в А) приводит к существенному снижению давления (примерно в 5 раз) на стены зданий застройки.

Удаленный взрыв облака водородога с отбойной стеной у застройки

Рассматривался случай удаленного расположения заправочной станции от застройки (позиция А на рис. 2). Для защиты застройки от разрушительного воздействия взрывной ударной волны применялась отбойная стена высотой 8 м и толщиной 3 м в непосредственной близости от зданий (рис. 3, а).

Распределение давления в плоскостях ХОЗ у земли и YOZ в момент времени, когда давление в контрольной точке С достигло максимального значения, представлено на рис. 3. Анализ данных показывает, что постановка отбойной стены приводит к снижению давления в контрольной точке С примерно на 10% по сравнению со случаем без защитных сооружений.

Следует отметить, что все рассмотренные виды защитных сооружений не позволили снизить максимальное избыточное давление в контрольной точке С на стене здания до безопасного уровня.

Заключение

Разработана математическая модель газодинамических процессов формирования двухкомпонентной взрывоопасной газовой смеси, ее взрыва и рассеяния продуктов сгорания в атмосфере. Конечно-разностная схема развита для случая трехмерной системы уравнений движения газовой динамики, дополненной законами изменения концентрации газовой примеси и продуктов сгорания. Рассмотрен алгоритм численного решения полученной разностной схемы на основе метода С. К. Годунова. Разработана компьютерная система, моделирующая взрывы обогащенных и обедненных взрывоопасных газовых смесей в атмосфере. Верификация математической модели показала приемлемую ее точность в сравнении с известными экспериментальными данными, что позволяет использовать ее для моделирования последствий взрыва для аварий на промышленных объектах хранения водородога.

Выполнено численное моделирование взрыва облака газообразного водородога, образовавшегося в результате мгновенного разрушения баллонов высокого давления на заправочной станции. Проведен анализ различных способов защиты зданий окружающей застройки от разрушительного воздействия ударной взрывной волны. Показано,

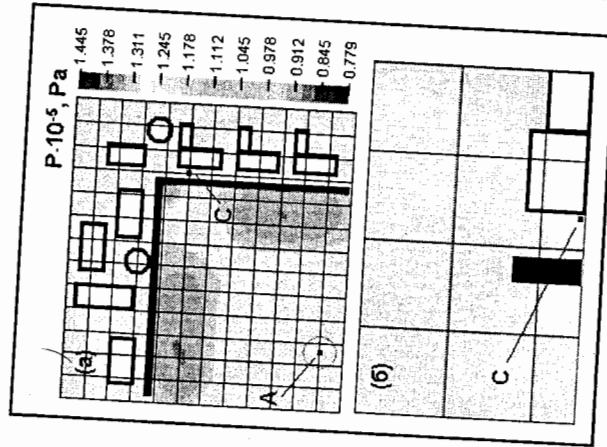


Рис. 3. Распределение давления в плоскостях: ХОЗ у земли (а), YOZ (б)

что рассмотренные виды защитных сооружений (частичное или полное обвалование эпицентра взрыва, отбойная стена у зданий застройки) оказывают влияние на распределение давления в расчетной области, но не позволяют снизить максимальное избыточное давление на стенах зданий застройки до безопасного уровня. В качестве наиболее эффективных средств защиты сооружений от воздействия взрывной ударной волны могут быть рекомендованы использование отбойных стен в непосредственной близости от застройки и удаление взрывоопасных объектов от зданий. При выборе размеров зон отчуждения следует учитывать трехмерный характер ударной волны с учетом существенного увеличения амплитуды избыточного давления вблизи зданий.

Выполнено численное моделирование взрыва облака газообразного водородога. Полученные результаты расчетов качественно соответствуют ожидаемой физической картине и могут быть использованы для прогноза возможных разрушений близлежащих от эпицентра взрыва сооружений.

Литература:

1. Взрывные явления. Оценки и последствия: В 2-х кн. Пер. с англ. / Бейкер У. и др.: Под ред. Я. Б. Зельдовича, Б. Е. Гельфанда. - М.: Мир, 1986. - 319 с.
2. Котарко С. М., Адушкин В. В., Ламин А. Г. Исследование сферической детонации газовых смесей // Научно-технические проблемы горения. - 1965. - № 2. - С. 22-34.
3. Борисов А. А., Гельфанд Б. Е., Цыганов С. А. О моделировании волн давления, образующихся при детонации и горении газовых смесей // Физика горения и взрыва. - 1985. - № 2. - С. 163-165.
4. Парр-Сантос М. Т., Кастро-Рис Ф., Мендес-Буено Ц. Численное моделирование перехода горения в детонацию // Физика горения и взрыва. - 2005. - Т. 41, № 2. - С. 108-115.
5. Скоб Ю. А. Численное моделирование взрывов газо-воздушных смесей в атмосфере // Авиационно-космическая техника и технология. - 2007. - № 3 (39). - С. 72-78.
6. Computational Modeling of Pressure Effects from Hydrogen Explosions / E. A. Granovsky, V. A. Lyfar, Yu. A. Skob, M. L. Ugrumov // Abstracts Book and CD-ROM Proceedings of the 2nd International Conference on Hydrogen Safety - San Sebastian (Spain). - 2007. - 15 p. (ICHS Paper № 1. 3.52)
7. Численная оценка последствий взрыва водородога в атмосфере / К. П. Коробинский, Ю. А. Скоб, М. А. Угрюмов, В. В. Шенцов // Авиационно-космическая техника и технология. - 2008. - № 1 (48). - С. 79 - 88.
8. Берлинд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. - А.: Гидрометеиздат, 1975. - 448 с.
9. Численное решение многомерных задач газовой динамики / С. К. Годунов, А. В. Забродин, М. Я. Иванов, А. Н. Крайков, Г. П. Прокопов. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1976. - 400 с.
10. Safety and Security Analysis: Investigative Report by NASA on Proposed EPA Hydrogen-Powered Vehicle Fueling Station. Assessment and Standards Division Office of Transportation and Air Quality U. S. Environment Protection Agency, EPA420-R-04-016 October 2004. - 45 p.

Жуковский Т. Ф., Гук А. В., Топчий В. Н., Мироненко Е. А., Шеблякин С. В., Гук А. В.	294
Исследование возможности сжигания отходов переработки сельскохозяйственной продукции во вращающихся печах при получении клинкера	298
Кобрин В. Н., Нечипорук Н. В., Скобю А., Урюмов М. А., Кириенко П. Г., Коробчинский К. П.	304
Исследование средств снижения избыточных давлений на стенках зданий застройки местности, вызванных взрывом газообразных смесей в атмосфере	309
Осипенко В. В., Безбабный С. Г., Манидин В. С.	313
Модернизация газоочистной установки закрытой руднотермической печи для производства стекловолокна	319
Погорелова О. О., Кравченко Н. И.	324
Метрологическое обеспечение измерений в радиэкологии	326
Сарапина М. В.	336
Исследование экологической опасности отработавших газов легковых автомобилей с учетом их канцерогенности	343
Севальнев А. И., Гаврикова О. П., Хомутов В. А., Тулушев Е. А., Турос Е. И., Карташцев О. Н.	349
Оценка риска здоровью населения г. Запорожья от загрязнения атмосферного воздуха	354
Сталинский Д. В., Мантула В. А., Ботштейн В. А., Эпштейн С. И., Актуальные вопросы уменьшения техногенного влияния производственной деятельности предприятия горно-металлургического комплекса на окружающую среду	360
Сталинский Д. В., Мантула В. А., Спирина С. В., Иванов Н. М., Телегин С. В.	366
Об определении удельных выбросов загрязняющих веществ для основных и вспомогательных производств предприятий горно-металлургического комплекса Украины	372
Трембач Т. Ф., Федак С. П.	378
Снижение пылевых выбросов на коксохимических предприятиях	384
Уткина Е. Б.	390
Ранжирование основных источников загрязнения атмосферного воздуха прибрежной полосы Азово-Черноморского бассейна	396
Бойченко А. М., Яришкіна Л. О.	402
Розробка енергозберігаючої технології ліквідації наслідків аварійних ситуацій при перевезенні аміаку	408
Бондаренко Г. Н., Колябина И. А., Маринич О. В.	414
Химические формы сероводорода в глубинных водах Черного моря	420
Борисов Б. М.	426
Улучшение качества и безопасности питьевой воды в ГАУ, математическая модель процесса адсорбции загрязнений	432

Альтернативная возобновляемая энергетика	370
Захарченко М. А., Рижикова І. А.	376
Экологичний стан р. Бик та шляхи його покращення	382
Коцар О., Анна Борисова	388
Технології кондиціювання зворотних вод як ефективний механізм забезпечення високого рівня техногенної безпеки об'єктів на неканалізованих територіях	394
Кричковская А. В., Грицаенко И. В., Чернышов С. И., Сыромолот Э. Н.	400
Снижение экологической опасности дизелей при работе на топливных смесях на основе рапсового масла и дизельного топлива	406
Кузема П. А., Лагуа И. В., Ставинская О. Н.	412
Получение и некоторые свойства гидрофильно-гидрофобных высокодисперсных кремнеземов	418
Кузема А. С., Шандиба А. Б.	424
Прибор для измерения количества раствораемых в воде солей	430
Михайленко В. Г., Бабаян М. В., Хиневич А. Е.	436
Ресурсозберігаючий комплекс демінералізації шахтної води	442
Осипов А. М., Шендрик Т. Г., Гришук С. В., Бойко З. В., Чернышова М. И.	448
Производство беззолного угля – перспективное направление использования энергетических топлив	454
Парсаданов И. В., Грицаенко И. В., Кричковская А. В.	460
Экология и экономика эффективности применения топлив в двигателях городского транспорта	466
Проскурня А. Я., Жук С. Н.	472
Экологоенергетична ефективність нагрівальних пактими кульковими регенераторами	478
Тучин В. Т., Долгополов И. С.	484
Эксергия, окружающая среда и устойчивое развитие нологических систем	490
Федорченко С. В., Курта С. А.	496
Очищення питтєвої води від нафтопродуктів	502
Цандур М. О.	508
Екологічно чиста енергозберігаюча технологія вивантаження пшениці в південному степу України	514
Шендрик Т. Г., Гришук С. В., Хабарова Т. В., Чесноков Н. В.	520
Адсорбенты из углей и углеродсодержащих отходов	526
Зміст	532

IV Міжнародна
науково-практична конференція

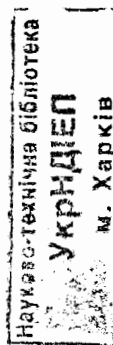
**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА:
ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ**

Збірник наукових статей
У двох томах

ТОМ II

H-5857

Відповідальний за випуск: В. С. Фісун
Дизайн обкладинки: С. А. Цеков
Комп'ютерна верстка: Г. В. Мельниченко



Підписано до друку 20.08.2008 р. Формат 60x84 $\frac{1}{6}$.
Папір офсет. Гарнітура Pragmatica C. Друковано на ризографі.

ВД «Райдер», 61002, Україна, м. Харків, пр. Гагаріна, 20.
Тел./факс: (057) 703-40-87, 703-40-97.
E-mail: info@rider.com.ua HomePage: <http://rider.com.ua>