

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

В. А. Седнев, Д. А. Дроздов, Н. А. Сергеевкова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (Москва, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 25 апреля 2022 г.

Дана характеристика загрязненности труднодоступных районов Арктической зоны, рассмотрены особенности выполнения работ по утилизации и обезвреживанию отходов и методы обеспечения экологической безопасности при утилизации отходов на этих территориях. На основе оценки существующих способов утилизации отходов предложено для этих целей использовать энергию взрыва и определено его влияние при утилизации металлического лома на окружающую среду, а также обоснованы допустимое содержание вредных веществ в воздухе и безопасное расстояние от места производства работ.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации, экологическая безопасность, экономический ущерб, утилизация, отходы, металлолом.

Введение

В 2020 г. в Совете безопасности Российской Федерации была создана Межведомственная комиссия по вопросам обеспечения национальных интересов страны в Арктике, на которую возложены функции подготовки предложений по вопросам, касающимся обеспечения экологической безопасности, а также ликвидации отходов. При этом в нормативно-правовых документах определены общие цели, задачи и направления государственной политики в области обеспечения экологической безопасности Арктической зоны, но не предлагаются пути и методы их решения, в частности применительно к вопросам ликвидации отходов производства и потребления, особенно в труднодоступных районах, к которым относятся земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане [1].

Отходы производства и потребления представляют собой вещества, образованные в процессе производства или потребления, и подлежат удалению [2]. При этом наибольшую сложность этот процесс представляет для металлического лома.

Металлический лом — это негодные изделия из цветных и черных металлов, а также отходы, образовавшиеся в процессе эксплуатации таких изделий [3]. Существует огромное количество видов отходов, которые определяются системой их классификации. Государственный кадастр отходов включает федеральный классификационный каталог отходов, государственный реестр объектов размещения отходов и банк данных об отходах [4].

Поэтому в статье рассматриваются вопросы ликвидации отходов в труднодоступных районах Арктической зоны на примере металлического лома и использования для этих целей энергии взрыва штатных взрывчатых веществ различных воинских

Таблица 1. Образование, утилизация и обезвреживание отходов в Арктической зоне России, тыс. т [6]

Вид деятельности	2018	2019	2020
Образование отходов производства и потребления	325 645	351 626,1	410 361,0
Обработка отходов производства и потребления	8,6	104,2	285,3
Утилизация отходов производства и потребления	18 895,4	82 297,7	82 199,9
В том числе для повторного применения	18 730,1	47 344,4	35 553,4
Обезвреживание отходов производства и потребления	5,8	239,5	162,0

формирований, которые могут быть привлечены для решения данной проблемы и используются для решения других задач в рассматриваемых районах.

Характеристика загрязненности труднодоступных районов Арктической зоны

Точные количественные данные об объемах, местах загрязнения отходов производства и потребления в Арктической зоне, включая металлический лом (накопленный экологический ущерб), отсутствуют. Эксперты приводят различные данные [5]. Например, на островах Земли Франца-Иосифа в 2012 г. количество бочек оценивалось в 65 тыс., масса мусора — в 78,5 тыс. т. Только на Земле Александры оставлено 7300 м³ горюче-смазочных материалов, 18 500 т металлолома (384 812 бочек, 241 автомобиль, 6 трубопроводов, 799 резервуаров, 8 самолетов) [6].

На острове Врангеля загрязненная территория занимала 209 га: 23,5 тыс. т металлолома, 112 000 бочек, 36 единиц автотранспорта, 9 радиолокационных станций, 75 емкостей горюче-смазочных материалов, разрушенные здания. После ухода из Арктики полярников и военных в 1990-х годах Арктическая зона была усеяна судами, машинами, механизмами, бочками. На территории было до 4 млн т мусора и до 12 млн железных бочек. Отходы накапливались 70 лет и не вывозились. На островах расположено до 1,5 млн бочек, 150 тыс. т металлолома, другие отходы (сооружения, свалки и т. п.).

Основными источниками воздействия на окружающую среду в Арктической зоне являются военные объекты, научные станции, посты Гидрометеослужбы и объекты недропользования. Эти объекты располагаются в труднодоступных районах. Утилизация вновь образованных отходов производства и потребления на таких территориях представляет серьезную проблему в связи с удаленностью от «внешнего мира», а также с суровым климатом и требует дополнительных исследований с учетом возможных особенностей выполнения задач в этих условиях.

К категории металлического лома можно отнести лом, образующийся в результате: эксплуатации арк-

тических полярных станций; создания военных баз Министерства обороны и новых аварийно-спасательных подразделений МЧС; судовой лом — в результате эксплуатации Северного морского пути; бытовой металлолом, относящийся к категории опасного металлического лома. В итоге можно выделить две основные группы металлического лома:

- металлические изделия и части объектов техники, зданий и сооружений, связанные с их эксплуатацией;
- металлический лом и части изделий, которые являются опасными в силу различного рода причин.

Помимо огромного накопленного экологического ущерба с каждым годом увеличивается образование новых отходов производства и потребления в среднем на 11%, при этом обрабатывается лишь 16,5% (табл. 1).

Особенности выполнения работ по утилизации и обезвреживанию отходов

К основным особенностям работ по утилизации и обезвреживанию отходов относятся сложные климатические условия труднодоступных районов и неразвитая транспортная сеть, что затрудняет своевременное удаление отходов с этих территорий и приводит к негативному влиянию на экосистемы. Расстояния от подразделений МЧС России, которые могут быть привлечены к утилизации и обезвреживанию отходов и объектов недропользования до стационарных мест обработки отходов, значительны (рис. 1, табл. 2).

Неразвитая транспортная сеть арктического региона, влияние совокупности труднорегулируемых факторов, создающих риски его развития, определяют сезонный характер использования отдельных видов транспорта, усложняют задачи по очистке территорий труднодоступных районов от мусора [7]. При этом значительный вред почвенному покрову наносит техника, без которой производить практические работы по удалению отходов сложно. В результате деятельность по обращению с отходами (утилизация, обезвреживание, захоронение, транспортирование) на территориях значительно затрудняется.

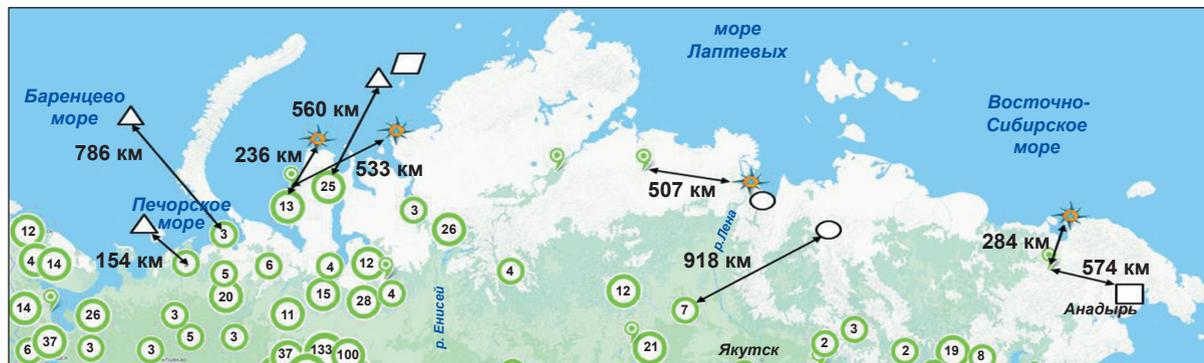


Рис. 1. Расстояния от подразделений МЧС России и объектов недропользования до мест обработки отходов. Восьмиконечная звезда – места размещения аварийно-спасательных подразделений МЧС России, зеленая метка – объекты обработки отходов, круг – месторождение золота, квадрат – месторождение каменного угля, треугольник – месторождение нефти, ромб – месторождение природного газа. Примечание: подготовлено авторами
 Fig. 1. Distances from units of the EMERCOM of Russia and subsoil use facilities to waste treatment sites, where: an eight-pointed star is the location of emergency rescue units of the EMERCOM of Russia; green label – waste treatment facilities; circle – gold deposit; square – coal deposit; triangle – oil field; rhombus – natural gas field. Note: prepared by the authors

Таблица 2. Расстояния до труднодоступных объектов в Арктической зоне России

Объект	Расстояние, км
Архипелаг Земля Франца-Иосифа	1370
Военная база Министерства обороны на острове Новая Земля	532
Военная база Министерства обороны на острове Северная Земля	735
Военная база Министерства обороны на Новосибирских островах	464
Военная база Министерства обороны на острове Врангеля	349
Арктическая полярная станция в Северном Ледовитом океане	1235
Аварийно-спасательные подразделения и арктический центр управления в кризисных ситуациях МЧС в населенных пунктах:	
поселке Саббета	236
поселке городского типа (п. г. т.) Диксон	533
п. г. т. Тикси	507
городе Певек	284
Месторождение нефти на острове Колгуев	154
Месторождение нефти в Баренцевом море	786
Месторождение нефти на островах Арктического института	560
Месторождение золота в п. г. т. Тикси	507
Месторождение золота в Республике Саха (Якутия)	918
Месторождение природного газа на островах Арктического института	560
Месторождение каменного угля в городе Анадырь	574

Примечание. Подготовлено авторами.

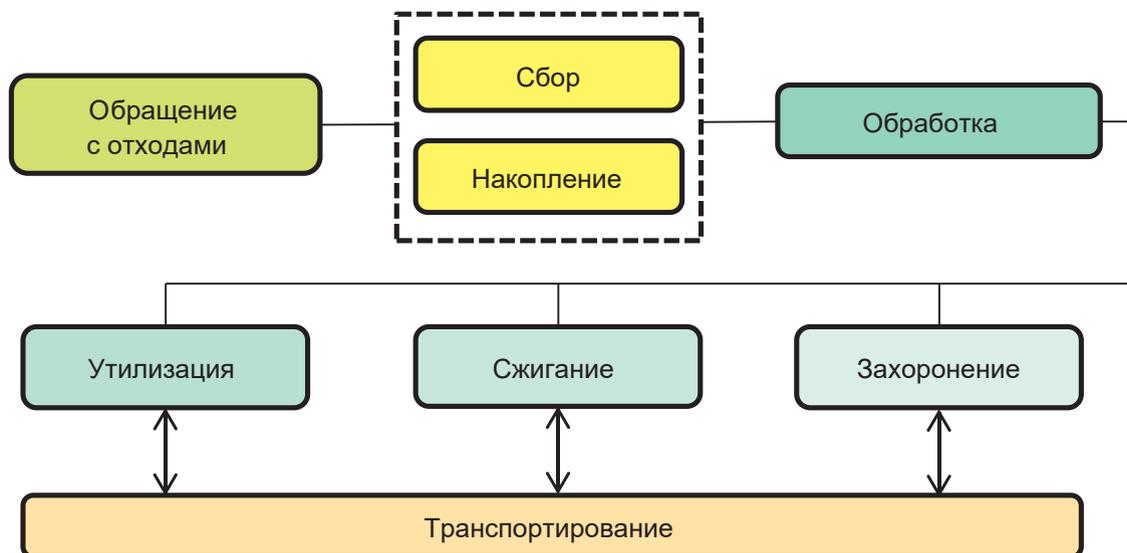


Рис. 2. Деятельность по обращению с отходами. Примечание: подготовлено авторами
 Fig. 2. Waste management activities. Note: prepared by the authors

Методы обеспечения экологической безопасности при утилизации отходов

Экологическая безопасность территорий (на примере металлического лома) обеспечивается за счет применения при их очистке одного из трех способов удаления отходов (рис. 2) [2]:

- Захоронение отходов — изоляция не подлежащих дальнейшей утилизации отходов в специальных хранилищах. Захоронение отходов в условиях вечной мерзлоты зачастую невозможно в связи с суровыми климатическими условиями и сложностью выполнения работ по обработке грунта.
- Обезвреживание отходов — уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание) в целях снижения их негативного воздействия. Обезвреживание считается эффективным способом удаления отходов, однако его применение ограничено возможным причинением вреда экосистеме и нехваткой мусоросжигательных заводов.
- Утилизация отходов — использование отходов для производства товаров, выполнения работ, повторное применение отходов по прямому назначению, возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки. Утилизация мусора считается наиболее подходящим способом удаления отходов в условиях арктического Севера.

Метод характеризуется относительно высокими издержками, связанными с предварительным разделением мусора по типам и транспортированием отходов к местам обработки. Этот метод наиболее экономически затратен [8].

Для очистки территорий труднодоступных районов Арктической зоны от металлического лома, в частности бочек, используют их механическое прессование: бочку помещают под пресс, получив-

шийся «блин» отправляется на склад. Однако следует учитывать, что не все виды применяемого для этого оборудования способны работать в арктических условиях. Способ эффективен при компактном расположении бочкотары и нахождении ее вблизи площадки утилизации. Если бочки разбросаны на значительной площади, объемы погрузочно-разгрузочных работ и необходимость доставки бочкотары к рабочей площадке снижают привлекательность способа.

Очистка территорий труднодоступных районов Арктической зоны от металлического мусора требует значительных сил и средств. При этом работы по утилизации возложены, как правило, на воинские спасательные подразделения Министерства обороны и МЧС. В то же время анализ их возможностей [9] позволил сделать вывод о неиспользовании имеющихся у них средств, которые могут быть применены для повышения эффективности и снижения стоимости работ.

Более мобильной и менее затратной может оказаться фрагментация бочкотары на месте взрывным способом с использованием накладных зарядов и последующей отправкой полученных фрагментов на вторичную переработку [10].

Авторы в 2013 г. предложили технологию взрывных работ по фрагментации бочкотары и крупных объектов техники в труднодоступных районах и рассмотрели особенности применения энергии взрыва для решения экологических проблем районов Крайнего Севера, однако исследования по обеспечению экологических требований при утилизации металлического лома не проводились [9—12].

В других работах рассматривались особенности загрязнения прибрежных арктических территорий, однако не были предложены механизмы его лик-

Таблица 3. Характеристики основных видов горюче-смазочных материалов [14]

Вид горюче-смазочных материалов	Температура кипения, °С	Плотность ρ, кг/м ³	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³
Бензин	30—205	700—780	100
Керосин	200—300	790—860	300
Дизельное топливо	360—420	810—920	300

видации [5]. Идея авторов о применении энергии взрыва нашла применение в хозяйственной практике, например для утилизации отходов пластика при проведении взрывных работ в горнодобывающей промышленности [13]. Однако при реализации этого метода использовались взрывчатые вещества промышленного (гражданского) назначения пониженной мощности, причем пластик имеет небольшую массу. В то же время авторы предлагают применять для этих целей штатные взрывчатые вещества, которые имеются по табелю оснащения в спасательных формированиях МЧС и Минобороны и не используются в гражданской промышленности. При этом масса рассматриваемого металлического лома значительно выше массы пластика.

Оценка влияния взрыва при утилизации металлического лома на окружающую среду (обоснование допустимого содержания вредных веществ в воздухе и безопасного расстояния от места производства работ). Обсуждение результатов

В процессе утилизации бочкотары на окружающую среду могут воздействовать, с одной стороны, взрывчатые вещества, с другой — горюче-смазочные материалы, оставшиеся в бочкотаре (табл. 3).

В естественном состоянии взрывчатые вещества практически безопасны в экологическом отношении, однако в процессе их применения на окружающую среду могут оказывать вредное влияние:

- продукты взрыва;
- избыточное давление на фронте ударной волны;
- сейсмическое действие;
- воздействие осколков бочкотары, образующихся в результате взрывного прессования бочкотары.

При детонации взрывчатого вещества количественный и качественный состав продуктов взрыва отличается от состава продуктов горения того же взрывчатого вещества. Это объясняется тем, что при детонации возникают более высокие давление и температура, при которых происходит смещение равновесия между продуктами реакции в направлении уменьшения объема системы, т. е. в сторону развития процессов ассоциации молекул и частичного образования свободного углерода.

С увеличением плотности заряда эти процессы получают большее развитие, вследствие чего про-

дукты детонации обогащаются углекислым газом CO₂ и углеродом С при уменьшении концентрации угарного газа СО. Образование продуктов диссоциации, таких как водород Н, гидроксогруппа ОН, азот N, оксид азота NO, кислород О, возможно лишь на определенной стадии процесса расширения. В зоне протекания интенсивных химических реакций их образование маловероятно или они образуются в незначительных количествах.

Состав продуктов реакции при взрыве может быть определен по зависимости

$$C_m H_n O_k N_d = \beta_1 CO_2 + \beta_2 CO + \beta_3 H_2O + \beta_4 H_2 + \beta_5 O_2 + \beta_6 N_2 + \beta_7 OH + \beta_8 H + \beta_9 O + \beta_{10} NO + \beta_{11} NC_3 + \dots + \beta_j C, \quad (1)$$

где β_i — количество молей вещества.

Упрощенная зависимость, предложенная Г. А. Авьякяном,

$$C_m H_n O_k N_d = \beta_1 CO_2 + \beta_2 CO + \beta_3 H_2O + \beta_4 H_2 + \beta_5 O_2 + \beta_6 N_2 \quad (2)$$

позволяет получить состав продуктов взрыва более простым путем.

Данные по составу продуктов взрыва для некоторых взрывчатых веществ приведены в табл. 4.

В составе газообразных продуктов взрыва ядовитыми являются окись углерода и окислы азота. Окислы азота более токсичны, чем окись углерода, поэтому при суммировании ядовитых газов содержание окислов азота в пересчете на условную окись углерода увеличивается в 6,5 раза.

Практическое применение взрывчатого вещества показывает, что количество и соотношение окиси углерода и окислов азота в продуктах взрыва в значительной степени зависят от состава взрывчатого вещества. Окиси углерода образуется обычно тем больше, а окислов азота тем меньше, чем более отрицательным является кислородный баланс.

Заряды тротила массой от 1 до 3 т располагались на глубине 7—8 м. При взрыве образовывалось газопылевое облако, поднимавшееся на высоту примерно 1 км. Состав продуктов взрыва, определенный при помощи пробоотборников: двуокись углерода — до 50%, окись углерода — до 20%, азот — до 20%, углерод — 5%, окиси азота — 1—3% и вода.

Таблица 4. Состав продуктов взрыва по данным результатов расчета и эксперимента [15]

Примерный состав продуктов взрыва на 1 кг взрывчатого вещества	Вид взрывчатого вещества при плотности ρ , кг/м ³					
	Тротил	Тетрил		Гексоген	Пикриловая кислота	
	$\rho = 1560$	$\rho = 1560$	$\rho = 900$	$\rho = 1820$	$\rho = 1450$	$\rho = 1000$
CO ₂	0,25212	0,24596	0,13200	0,1601	0,34672	0,18436
CO	0,24696	0,3038	0,52724	0,2114	0,28504	0,4928
C	0,19584	0,0696	0,0036	0,055	0,0816	0,0096
H ₂ O	0,12708	0,10638	0,05454	0,2081	0,0828	0,07236
H ₂	0,00441	0,00368	0,00728	0,0032	0,00216	0,0034
N ₂	0,16044	0,21896	0,21644	0,3622	0,16268	0,14056
NH ₃	0,01499	—	0,0135	—	0,0051	0,0017
HCN	—	0,0162	0,03840	—	0,00891	0,01782
C ₂ N ₂	—	0,0310	0,0084	—	0,0208	0,0624
CH ₄	0,00794	0,00432	0,00032	—	0,00192	0,00256
C _n H _m	—	0,00094	0,00428	—	0,00227	0,01244
Удельный объем газообразных продуктов взрыва, м ³ /кг	0,780	0,750	0,860	0,670	0,690	0,780

Предварительный анализ атмосферного воздуха до взрыва заряда показал, что окислы азота отсутствуют. Пробы, отобранные на расстояниях 100 и 300 м от эпицентра взрыва, и анализы, проведенные через 10 мин после взрыва, показали, что концентрация окислов азота составляет от 0,04 до 0,06 мг/м³, что существенно ниже норматива, составляющего 0,085 мг/м³.

На расстояниях более 1000 м от эпицентра взрыва окислов азота зарегистрировано не было. Результаты экспериментов подтвердили данные о том, что взрывы зарядов массой до 1 т не оказывают существенного влияния на загрязнение атмосферного воздуха.

Замеры концентрации NO, NO₂, проведенные через 30 мин, показывают, что эти компоненты в воздухе практически отсутствуют.

Поскольку при производстве работ по утилизации бочкотары методом взрыва масса заряда не превышает 100 кг и взрывы в основном будут проводиться на поверхности земли, концентрация вредных веществ будет значительно меньше предельно допустимых значений, поэтому требования к содержанию вредных веществ целесообразно предъявить в соответствии с ГОСТ 12.1.005—88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (табл. 5):

- содержание окиси углерода — не более 20 мг/м³; при длительности работы не более 1 ч — до 50 мг/м³, 0,5 ч — до 100 мг/м³, не более 0,25 ч — 200 мг/м³;

- повторные работы при повышенном содержании окиси углерода в воздухе рабочей зоны могут проводиться с перерывом не менее 2 ч;

- содержание оксидов азота в пересчете на NO₂ — не более 5 мг/м³.

Анализ состояния бочкотары из-под горюче-смазочных материалов показывает, что основными горючими являются бензин, керосин, дизельное топливо, минеральные нефтяные масла.

В процессе утилизации загрязненной бочкотары горюче-смазочные материалы могут диспергироваться в атмосферу. Поэтому основными требованиями экологической безопасности окружающей среды могут быть [16]:

- содержание паров бензина в воздухе — не более 100 мг/м³;
- содержание паров керосина и дизельного топлива в воздухе в пересчете на углерод — не более 300 мг/м³;
- содержание паров нефтяного масла — не более 5 мг/м³.

Следует также учитывать возможность попадания нефтепродуктов в водные источники. Согласно требованиям Федерального агентства по рыболовству, суммарная концентрация нефтепродуктов не должна превышать 0,5 мг/л.

Кроме продуктов взрыва влияние на окружающую среду и прежде всего на биообъекты будут оказывать давление на фронте ударной волны, а также сейсмическое и осколочное воздействия,

Таблица 5. Основные требования обеспечения экологической безопасности при проведении взрывных работ по утилизации отходов в труднодоступных районах Арктической зоны [16]

№ п/п	Требование	Величина показателя
<i>По содержанию продуктов взрыва в воздухе рабочей зоны</i>		
1	Содержание окиси углерода, мг/м ³	Не более 20
2	Содержание оксидов азота в пересчете на NO ₂ , мг/м ³	Не более 5
3	Суммарное содержание окиси углерода и оксидов азота (в пересчете на CO), мг/м ³	Не более 20
<i>По параметрам взрывчатого вещества</i>		
1	Суммарная масса заряда при одноразовом взрыве, кг	Не более 10
2	Максимальное количество одновременно утилизируемых бочек	20
3	Безопасный радиус по действию ударной волны, м:	
	при внутреннем взрыве	31
	при взрыве контактного удлиненного заряда	112
4	Безопасный радиус по осколочному действию, м	150
5	Тип взрывчатого вещества	С положительным или нулевым кислородным балансом
<i>По содержанию паров горюче-смазочных материалов в рабочей зоне</i>		
1	Содержание паров бензина в воздухе, мг/м ³	Не более 100
2	Содержание паров керосина в пересчете на С, мг/м ³	Не более 300
3	Содержание паров дизельного топлива в пересчете на С, мг/м ³	Не более 300
4	Содержание паров нефтяного минерального масла, мг/м ³	Не более 5
<i>По содержанию нефтепродуктов в воде</i>		
1	Суммарная концентрация нефтепродуктов в воде, мг/л	Не более 0,5
2	Содержание нефтепродуктов в питьевой воде, мг/л	Не более 0,1

величина которых определяется радиусом безопасности $R_{\text{без}}$.

Расстояние, на котором ударная волна теряет способность наносить объектам поражение заданной интенсивности, определяется по формуле

$$R_{\text{без}} = K_{\text{ув}} \sqrt{Cn}, \quad (3)$$

где $K_{\text{ув}}$ — коэффициент, зависящий от характера поражения (разрушения) объекта и условий расположения заряда (табл. 6); C — масса заряда, кг; n — количество одновременно взрывающихся зарядов.

Расчеты, проведенные по формуле (3), показывают, что безопасное расстояние для человека (биообъекта) R_6 при взрыве n зарядов (20 одновременно прессуемых или расчленяемых бочек) составит:

- при внутреннем взрыве бочки, расположенной в котловане

$$R_6 = 50\sqrt{0,075 \cdot 20} = 61,2 \text{ м} \approx 61 \text{ м};$$

- при взрыве контактных удлиненных зарядов (расчленение на две крышки и два фрагмента обечайки)

$$R_6 = 50\sqrt{0,25 \cdot 20} = 112 \text{ м}.$$

Таким образом, требование безопасности биообъекта по действию ударной волны при одновременной утилизации бочек гарантированно достигается на расстояниях (см. табл. 5):

- $R \geq 61 \text{ м}$ — при взрыве внутри бочек;
- $R \geq 112 \text{ м}$ — при расчленении бочки удлиненными контактными зарядами.

Осколочное воздействие при утилизации бочкотары может возникать в основном при ее разрушении

Таблица 6. Значение коэффициента $K_{ув}$ [10]

Степень безопасности	Характер поражения (разрушения) объекта	Открытый заряд	Заглубленный заряд
1	Полное отсутствие повреждений	50—150	20—50
2	Случайное повреждение остекления	10—30	6—18

внутренними зарядами. Безопасное расстояние по осколочному действию $R_0 = 150$ м.

Заключение

На основе оценки характеристики загрязненности труднодоступных районов Арктической зоны и особенностей выполнения работ по утилизации и обезвреживанию отходов:

- рассмотрены основные методы удаления отходов (захоронение, обезвреживание, утилизация), их достоинства и недостатки;
- показана возможность применения энергии взрыва штатных табельных взрывчатых веществ спасательных воинских подразделений МЧС и Минобороны, которые не используются в настоящее время для этих целей;
- оценен возможный состав газообразных продуктов взрыва после применения взрывчатых веществ;
- обоснованы допустимое содержание вредных веществ в воздухе при использовании энергии взрыва для утилизации металлического лома, а также основные требования по экологической безопасности при утилизации бочкотары для хранения горюче-смазочных материалов в труднодоступных районах Арктической зоны;
- обосновано безопасное расстояние для людей от места производства работ.

Результаты оценки влияния взрыва при утилизации металлического лома на окружающую среду являются исходными данными для обоснования сил и средств по реализации метода утилизации отходов на основе применения энергии взрыва.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ «Об определении участков континентального шельфа Российской Федерации, на которых применяются меры государственной поддержки» от 16 декабря 2020 г. № 3371-р.
2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (редакция от 2 июля 2021 г.).
3. ГОСТ 30772—2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения: Межгосударственный стандарт. — М.: Изд-во стандартов, 2002.
4. Приказ Росприроднадзора «Об утверждении Федерального классификационного каталога отхо-

дов» от 22 мая 2017 г. № 242 (редакция от 29 июля 2021 г.).

5. Васильцов В. С., Яшалова Н. Н., Новиков А. В. Климатические и экологические риски развития прибрежных арктических территорий // Арктика: экология и экономика. — 2021. — Т. 11, № 3. — С. 341—352. — DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-341-352.
6. Охрана окружающей среды в России: Статистический сборник / Росстат. — М., 2020. — 113 с.
7. Кондратов Н. А. Особенности развития транспортной инфраструктуры в Арктической зоне России // Геогр. вестн. — 2017. — № 4 (43). — С. 68—80.
8. Мизин И. А. Современные проблемы удаления ТБО из труднодоступных районов российской Арктики // Справ. эколога. — 2014. — № 8 (20). — С. 85—96.
9. Седнев В. А., Копнышев С. Л. Технология проведения взрывных работ по фрагментации бочкотары и крупных объектов техники в труднодоступных районах Крайнего Севера // Арктика: экология и экономика. — 2013. — № 4 (12). — С. 96—99.
10. Седнев В. А., Копнышев С. Л. Применение энергии взрыва для решения экологических проблем районов Крайнего Севера // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2013. — № 2. — С. 52—62.
11. Седнев В. А. Методика обоснования комплекса средств механизации работ по развертыванию аварийно-спасательных формирований в Арктической зоне Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. — 2016. — № 1 (21). — С. 102—112.
12. Седнев В. А. Применение и оценка эффективности способов обработки металлов взрывом при выполнении задач в труднодоступных районах арктического региона // Арктика: экология и экономика. — 2016. — № 2 (22). — С. 98—106.
13. Нямдорж Д., Лайхансурен Б., Даваахуу Н., Потравный И. М. Утилизация отходов при организации взрывных работ на горнодобывающих предприятиях Монголии // Гор. журн. — 2022. — № 3 (2296). — С. 38—43. — DOI: 10.17580/gzh.2022.03.05.
14. Школьников В. М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Химия, 1999. — 536 с.
15. Станюкович К. П., Шехтер Б. И., Чельшев В. П. и др. Физика взрыва. — М.: Наука, 1975. — 704 с.
16. ГОСТ 12.1.005—88. Общие санитарно-гигиенические требования в воздухе рабочей зоны: Межгосударственный стандарт. — М.: Изд-во стандартов, 2000.

Информация об авторах

Седнев Владимир Анатольевич, доктор технических наук, профессор, кафедра гражданской обороны, защиты населения и территорий (в составе учебно-научного комплекса гражданской обороны, защиты населения и территорий), ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (129366, Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), e-mail: sednev70@yandex.ru.

Дроздов Дмитрий Александрович, преподаватель кафедры гражданской обороны, защиты населения и территорий (в составе учебно-научного комплекса гражданской обороны, защиты населения и территорий), ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (129366, Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), e-mail: d.a.drozdov97@mail.ru.

Сергеенкова Надежда Александровна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры гражданской обороны, защиты населения и территорий (в составе учебно-научного комплекса гражданской обороны, защиты населения и территорий), ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (129366, Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), e-mail: sergeenkova.n.a@mail.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Седнев В. А., Дроздов Д. А., Сергеенкова Н. А. Методы обеспечения экологической безопасности при утилизации отходов в труднодоступных районах Арктической зоны // Арктика: экология и экономика. — 2022. — Т. 12, № 3. — С. 444—453. — DOI: 10.25283/2223-4594-2022-3-444-453.

METHODS FOR ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY IN WASTE DISPOSAL IN HARD-TO-REACH AREAS OF THE ARCTIC ZONE

Sednev, V. A., Drozdov, D. A., Sergeenkova, N. A.

The State Fire Academy of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (Moscow, Russian Federation)

The article was received on April 25, 2022

Abstract

Severe environment in hard-to-reach areas of the Arctic zone of the Russian Federation, including lands and islands located in the Arctic Ocean, and an undeveloped transport network make it difficult to remove identified waste from these territories in due time and, as a result, lead to a negative impact on ecosystems. At the same time, in addition to the huge accumulated environmental damage, every year the generation of new production and consumption waste increases, on average, by 11%, while only 16.5% is processed. Moreover, a significant number of hard-to-reach facilities are located in the Arctic zone of the Russian Federation at great distances from the “outside world”, which significantly complicates the problem of waste processing. Existing technologies for cleaning up the territories of hard-to-reach areas of the Arctic zone, for example, from scrap metal (waste disposal, waste control, and waste management) are costly and require a significant amount of effort and money. Meanwhile, the scrap metal fragmentation in place by explosive means is more mobile and less costly. Accordingly, the authors, based on previous studies on determining the composition of gaseous explosion products after the use of explosives, substantiated the requirements for preserving the environment of hard-to-reach areas of the Arctic zone when using explosion energy for the scrap metal disposal.

Keywords: Arctic zone of the Russian Federation, environmental safety, economic damage, disposal (recycling), waste, scrap metal.

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation "On determining areas of the continental shelf of the Russian Federation where state support measures are applied" dated December 16, 2020 no. 3371-r. (In Russian).
2. Federal Law "On Production and Consumption Waste" dated June 24, 1998 no. 89-FZ (as amended on July 2, 2021). (In Russian).
3. GOST 30772—2001. Resource saving. Waste management. Terms and Definitions. Interstate standard. Moscow, Izd-vo standartov, 2002. (In Russian).
4. Order of Rosprirodnadzor "On Approval of the Federal Classification Catalog of Waste" dated May 22, 2017 no. 242 (as amended on July 29, 2021). (In Russian).
5. Vasil'tsov V. S., Yashalova N. N., Novikov A. V. Climate and environmental risks in the development of Arctic coastal territories. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 341—352. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-341-352. (In Russian).
6. Environmental protection in Russia. Statistical compendium. Rosstat. Moscow, 2020, 113 p. (In Russian).
7. Kondratov N. A. Features of the development of transport infrastructure in the Arctic zone of Russia. *Geogr. Bull.*, 2017, no. 4 (43), pp. 68—80. (In Russian).
8. Mizin I. A. Modern problems of solid waste disposal from hard-to-reach areas of the Russian Arctic. *Handbook of an ecologist*, 2014, no. 8 (20), pp. 85—96. (In Russian).
9. Sednev V. A., Kopnyshev S. L. Technology of blasting operations on the fragmentation of barrel containers and large objects of equipment in hard-to-reach areas of the Far North. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2013, no. 4 (12), pp. 96—99. (In Russian).
10. Sednev V. A., Kopnyshev S. L. Application of explosion energy to solve environmental problems in the Far North. *Problems of safety and emergency situations*, 2013, no. 2, pp. 52—62. (In Russian).
11. Sednev V. A. Methodology for substantiating the complex of means for mechanizing work on the deployment of emergency rescue teams in the Arctic zone of the Russian Federation. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2016, no. 1, pp. 102—112. (In Russian).
12. Sednev V. A. Application and Evaluation of the Efficiency of Metal Explosive Processing Methods in Performing Tasks in Hard-to-reach Areas of the Arctic Region. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2016, no. 2, pp. 98—106. (In Russian).
13. Nyamdorj D., Laikhansuren B., Davaakhuu N., Potravny I. M. Blasting waste recycling at mines in Mongolia. *Gor. zhurn*, 2022, no. 3 (2296), pp. 38—42. DOI: 10.17580/gzh.2022.03.05. (In Russian).
14. Shkolnikov V. M. Fuels, lubricants, technical fluids. range and application. Ed. 2nd revision and additional. Moscow, Khimiya, 1999, 536 p. (In Russian).
15. Stanyukovich K. P., Shekhter B. I., Chelyshev V. P. et al. *Physics of Explosion*. Moscow, Nauka, 1975, 704 p. (In Russian).
16. GOST 12.1.005—88. Occupational safety standards system. General sanitary and hygienic requirements in the air of the working area. Interstate standard. Moscow, Izd-vo standartov, 2000. (In Russian).

Information about the authors

Sednev, Vladimir Anatolievich, Doctor of Engineering Science, Professor, Department of Civil Defense, Protection of the Population and Territories (as part of the Educational and Scientific Complex of Civil Defense, Protection of the Population and Territories), State Fire Academy of EMERCOM of Russia (4, Boris Galushkin St., Moscow, Russia, 129366), e-mail: sednev70@yandex.ru.

Drozdov, Dmitry Alexandrovich, Lecturer of the Department of Civil Defense, Protection of the Population and Territories (as part of the Educational and Scientific Complex of Civil Defense, Protection of the Population and Territories), State Fire Academy of EMERCOM of Russia (4, Boris Galushkin St., Moscow, Russia, 129366), e-mail: d.a.drozdov97@mail.ru.

Sergeenkova, Nadezhda Alexandrovna, PhD of Engineering Science, Senior Lecturer of the Department of Civil Defense, Protection of the Population and Territories (as part of the Educational and Scientific Complex of Civil Defense, Protection of the Population and Territories), State Fire Academy of EMERCOM of Russia (4, Boris Galushkin St., Moscow, Russia, 129366), e-mail: sergeenkova.n.a@mail.ru.

Bibliographic description of the article

Sednev, V. A., Drozdov, D. A., Sergeenkova, N. A. Methods for ensuring environmental safety in waste disposal in hard-to-reach areas of the Arctic zone. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 444—453. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-3-444-453. (In Russian).