ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55100— 2012

Ресурсосбережение

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аспекты эффективного применения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ» (ФГУП «ВНИЦСМВ») совместно с Закрытым акционерным обществом «Инновационный экологический фонд» («ИНЭКО» ЗАО)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 349 «Обращение с отходами»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 ноября 2012 г. № 801-ст

4 В настоящем стандарте реализованы нормы Справочника ЕС «Европейская комиссия. Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Обращение с отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности. Январь 2009 г. («European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities. January 2009») и Директивы 2006/21/ЕС от 15 марта 2006 г. Европейского парламента и Совета «Об управлении отходами горнодобывающей промышленности» (Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Требования по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности 2
5 Обращение с отходами в горнодобывающей промышленности 3
6 Идентификация НДТ при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности 3
7 Базовые и дополнительные НДТ при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности 5
8 НДТ в области мониторинга окружающей среды в горнодобывающей промышленности 6
9 Требования для реализации НДТ обеспечения безопасности труда при обращении с отходами горнодобывающей промышленности 7
Приложение А (рекомендуемое) Применение НДТ на стадиях проектирования, капитального строительства, возведения и эксплуатации дамб с использованием отходов горнодобывающей промышленности 10
Приложение Б (рекомендуемое) Применение НДТ на стадиях проектирования и строительства безопасных хвостохранилищ с использованием отходов горнодобывающей промышленности 12
Библиография 15

Введение

В основу настоящего стандарта положены данные, представленные в Справочнике ЕС [1], являющемся руководством по применению наилучших доступных технологий (НДТ) при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности, и требования Директивы 2006/21/ЕС [2].

Цель развития горнодобывающей промышленности состоит в удовлетворении спроса на металлы и ресурсы полезных ископаемых в условиях поддержания производственной инфраструктуры одновременно с улучшением уровня жизни населения, поскольку во многих случаях извлекаемые вещества представляют собой сырье для изготовления полезных товаров. Продукты горнодобывающей промышленности используются непосредственно как результаты добычи полезного ископаемого, так и для обработки ископаемого сырья в целях повышения содержания массы веществ требуемого качества.

Типичные этапы технологических процессов в горнодобывающей промышленности включают в себя добычу полезного ископаемого, его обработку с получением полезной продукции, отгрузку, организованное складирование отходов добычи и переработки сырья. При добыче вместе с полезным ископаемым извлекаются пустые породы, а при обработке образуются хвосты. Отходы (пустые породы и хвосты), складируемые в отвалах и хвостохранилищах, в дальнейшем могут быть вторично переработаны или использованы в различных целях. Территории, на которых расположены отвалы и хвостохранилища, должны рекультивироваться для снижения негативного воздействия отходов на окружающую среду.

В настоящем стандарте установлены эффективные методы обращения с отходами, образующимися в сфере добычи и переработки полезных ископаемых, на основе внедрения НДТ.

Установленные в настоящем стандарте НДТ позволяют сократить нормативный период в случае консервации (ликвидации) хозяйственных объектов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ресурсосбережение

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аспекты эффективного применения

Resources saving. Best available techniques for the management of tailings and waste-rock in mining activities. Aspects of good practice

Дата введения — 2013—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает наилучшие доступные технологии (НДТ) в сфере добычи и переработки полезных ископаемых при обращении с отходами в процессах добычи и переработки металлических руд (алюминия, кадмия, хрома, меди, золота, железа, свинца, марганца, ртути, никеля, серебра, олова, вольфрама и цинка), а также угля и полезных ископаемых промышленного значения: баритов, боратов, полевого шпата (восстанавливаемого флотацией), флюоритов, каолина (восстанавливаемого флотацией), известняка (если он обрабатывается), фосфатов, поташа, стронция, талька (восстанавливаемого флотацией) и др.

Настоящий стандарт распространяется на технологии, которые рассматриваются как НДТ в соответствии с информацией, используемой для идентификации технологий в качестве наилучших и доступных применительно к образующимся отходам.

Настоящий стандарт рекомендуется использовать во всех видах документации и литературы, относящихся к сферам обеспечения ресурсосбережения, энергоэффективности и экологической безопасности в процессах хозяйственной деятельности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 14050—2009 Менеджмент окружающей среды. Словарь

ГОСТ Р ИСО 14001—2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению

ГОСТ Р 54097—2010 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения, установленные в ГОСТ Р ИСО 14050 и ГОСТ Р 54097, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **горнодобывающая промышленность:** Комплекс отраслей по добыче и первичной обработке (обогащению) полезных ископаемых, включая топливную, горно-химическую, горнорудную отрасли, а также добычу строительных материалов, драгоценных металлов и камней.

Издание официальное

3.2 **отходы горнодобывающей промышленности:** Пустые породы, извлекаемые при добыче вместе с полезным ископаемым, а также хвосты, образуемые при переработке полезных ископаемых.

3.3 **пустая порода:** Горная масса, не содержащая полезного ископаемого или содержащая его в непромышленных концентрациях.

3.4 **хвостохранилища:** Хранилища отходов (хвостов) обогащения минералсодержащей или углесодержащей породы.

4 Требования по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности

4.1 Обращение с отходами, в том числе в горнодобывающей промышленности, базируется на практической достижимости за счет НДТ экологической результативности работ, что предусматривает необходимость оценки рисков и экономической жизнеспособности технологий, а также оценки рисков, определяемых местными условиями на основе районирования территорий.

4.2 В настоящем стандарте не установлены рекомендации относительно экологических преимуществ тех или иных НДТ в связи с тем, что это определяется конкретными хозяйственными условиями.

4.3 Экологический менеджмент

4.3.1 Природопользование, как правило, целесообразно сопровождать внедрением НДТ, влияющими на экологические характеристики хозяйственной деятельности.

4.3.2 Наилучшими доступными технологиями является следование требованиям системы экологического менеджмента, которые включают в себя, в зависимости от конкретной ситуации, следующее:

- определение природоохранной политики, предназначенной для внедрения высшим руководством, причем вовлечение в деятельность высшего управленческого персонала является предварительным условием для успешного внедрения систем экологического менеджмента;
- планирование, реализацию необходимых процедур с особым вниманием к:

а) структуре и распределению ответственности;

б) обучению и контролю качества полученных знаний;

в) коммуникациям;

г) вовлечению персонала;

д) документированию;

е) эффективному управлению процессом;

ж) программам поддержки;

и) готовности к чрезвычайным ситуациям;

к) соответствию природоохранному законодательству;

- корректирующие мероприятия с учетом проведения мониторинга и количественного контроля, включая действия, направленные на ликвидацию чрезвычайных ситуаций и их предупреждение;
- обеспечение документирования;
- независимый (где уместно) внутренний аудит, направленный на определение соответствия используемой системы экологического менеджмента запланированной системе, правильному ее внедрению и поддержанию;
- оценка деятельности высшим руководством.

4.3.3 Три установленных ниже подхода считаются дополнительными к 4.3.2, однако, как правило, их отсутствие не противоречит методологии внедрения НДТ. Эти три подхода содержат:

- проверку и утверждение системы управления, процедуры аудита аккредитованным органом сертификации или сторонним инспектором системы экологического менеджмента;
- подготовку и публикацию (возможно, проверку, проведенную третьей стороной) регулярных отчетов, содержащих все значимые природоохранные аспекты ввода в эксплуатацию, позволяющих обеспечивать годовое сравнение природоохранных характеристик (статистических данных);
- внедрение таких международных систем добровольной сертификации, как EMAS, ГОСТ Р ИСО 14001 и следование их рекомендациям. Такой добровольный подход повышает уровень доверия к используемой системе экологического менеджмента. Однако не сертифицированные названным образом системы экологического менеджмента могут достигать такого же уровня эффективности, если они качественно разработаны и внедрены.

4.3.4 При обращении с отходами в горнодобывающей промышленности в качестве НДТ можно рекомендовать интегрирование систем безопасности и предупреждения аварийных и чрезвычайных ситуаций в систему экологического менеджмента. Внедрение системы экологического менеджмента может планироваться и воплощаться совместно с оценкой рисков и управлением ими.

5 Обращение с отходами в горнодобывающей промышленности

5.1 К основным способам обращения с отходами в горнодобывающей промышленности относятся:

- закладка отходов в выработанное пространство подземных шахт или разрезов;
- выгрузка и хранение более или менее сухих отходов в отвалах и хвостохранилищах;
- использование отходов как продукта для землеустроительных работ, например для рекультивации;
- сухое складирование загущенных отходов.

5.2 Выбор способов обращения с отходами в основном зависит от следующих факторов:

- свойства отходов;
- уровень затрат;
- экологические факторы;
- риски создания аварийной/чрезвычайной ситуации с отрицательными последствиями.

5.3 Рекомендации по применению НДТ на стадиях проектирования, капитального строительства, возведения и эксплуатации дамб с использованием отходов горнодобывающей промышленности представлены в приложении А к настоящему стандарту.

5.4 Рекомендации по применению НДТ на стадиях проектирования и строительства безопасных хвостохранилищ с использованием отходов горнодобывающей промышленности представлены в приложении Б к настоящему стандарту.

6 Идентификация НДТ при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности

6.1 Установленные в настоящем стандарте НДТ при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности, как правило, носят рекомендательный характер с общим описанием их технически-прикладного назначения.

6.2 Часть установленных в настоящем стандарте НДТ апробированы, подтверждены их результативность и доступность для использования в производственных процессах, а также в циклах обращения с отходами. При этом требуется обеспечить безопасность содержания мест хранения отходов горнодобывающей промышленности.

6.3 Группы данных и элементы описания НДТ сгруппированы в настоящем стандарте следующим образом:

6.3.1 Общие принципы

Общие принципы управления обращением с отходами, стратегии организации управления и оценки рисков. Эта группа данных о технологиях направлена на создание общих условий для успешного управления отходами.

6.3.2 Управление жизненным циклом

Сокращение риска возникновения событий с отрицательными проявлениями при обращении с отходами (аварии, чрезвычайные ситуации). Эта группа данных о технологиях может помочь хозяйствующему субъекту при применении НДТ для разработки требований (руководств, регламентов, стандартов) в области обращения с отходами при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, консервации и ликвидации горнодобывающих объектов.

6.3.3 Предотвращение выбросов/сбросов загрязняющих веществ и их контроль

К этой группе данных о технологиях относят в том числе:

- управление отводом сточных вод;
- сокращение потребления реагентов, применяемых при обогащении;
- предотвращение водной эрозии (размыва);
- предотвращение образования пыли;
- технологии по снижению шумовых загрязнений;
- рекультивацию/восстановление продуктивности земель.

6.3.3.1 В свою очередь управление отводом сточных вод включает в себя технологии предотвращения их образования посредством:

- контроля их качества;
- обработки (с добавлением полезных ископаемых в качестве буфера, активная/пассивная обработка);
- применения биогидроботанического метода очистки сточных вод отвалов (угольных терриконов).

Подобные технологии применимы как в процессе эксплуатации, так и при закрытии месторождений.

6.3.3.2 Для сокращения потребления реагентов существует несколько технологических (например, автоматизированный контроль подачи реагентов) и организационных подходов, в том числе методики минимизации добавления цианида и сортировки сырья до подачи на горно-обогатительное предприятие.

6.3.3.3 Предотвращение водной эрозии (размыва) заскладированных отходов или пустой породы может быть предотвращено за счет покрытия склоновых поверхностей отвалов (терриконов) соответствующими искусственными материалами или активными веществами, посредством которых в местах возможного образования промоин происходит связывание частиц, образующих отвалы.

6.3.3.4 Один из технологических подходов для предотвращения образования пыли, образуемой на берегах прудов-хвостохранилищ, внешних склонах отвалов, в транспортируемых отходах и пустой породе, базируется на поддержании во влажном состоянии берегов прудов-хвостохранилищ и внешних склонов отвалов, а также на их укреплении посевом трав.

6.3.3.5 Технологии по снижению шумовых загрязнений, возникающих в результате использования на предприятиях горнодобывающей промышленности грузовых автомобилей и ленточных конвейеров, реализуемы, если погрузочно-разгрузочные участки отделены от жилых районов шумовыми барьерами. К НДТ для уменьшения шумовых загрязнений относят:

- использование непрерывно работающих систем, например ленточных конвейеров, трубопроводного транспорта;
- герметизацию ременных приводов при необходимости минимизации шумового загрязнения;
- создание внешнего склона отвала с последующей передачей наклонного подъездного пути и выемочного уступа во внутреннюю часть отвала.

6.3.3.6 Прогрессивная рекультивация/восстановление продуктивности земель, нарушенных в результате антропогенной деятельности, связана с микробиологическими методами для ускоренного почвообразования: отвалы, насыпи и дамбы могут быть рекультивированы, а продуктивность земель восстановлена непосредственно во время эксплуатации объектов.

6.3.4 Водные балансы

Составление детального водного баланса имеет большое значение при проектировании пруда-хвостохранилища, временных накопителей ило- и шламохранилищ в местах ведения горных работ, обогащения и переработки руды, угля. Водный баланс позволяет обосновывать показатели предельно допустимых сбросов в водоемы, требуемые размеры надводного борта плотины-водонакопителя, если вода из водоема не может быть сразу направлена ее потребителю. После принятия решения о закрытии/ликвидации объектов горнодобывающего и/или угольного комплекса необходимо проводить оценки водного баланса для подготовки документа «Генеральная схема обращения твердых, жидких отходов и предотвращения их отрицательного влияния на водную среду», который может являться составной частью мер по ликвидации экологических последствий консервации/ликвидации производственных объектов. В этой группе данных о НДТ предусматривают:

- дренаж гидроотстойников в непроницаемых гидроотстойниках: дренажные системы должны обеспечивать повторное использование технологической/технической воды, способствуя снижению размера гидроотстойников до требуемого;
- управление избыточной водой: если избыточная вода в гидроотстойнике не может быть направлена непосредственно в естественные водотоки, то она должна быть возвращена на предприятие или в системы испарения при засушливом климате;
- контроль утечек — основа предотвращения издержек. Обеспечение эффективного контроля и мониторинга утечек необходимо для полного понимания гидрогеологического фона участка. В некоторых случаях образование утечек может быть предотвращено, в других — просочившиеся воды должны собираться, или, в случае вод хорошего качества, — могут быть допущены контролируемые просачивания в грунтовые воды;

- технологии по сокращению сбросов в водоемы — сбросы в водоемы можно предотвратить с помощью повторного использования технологической воды (оборотного водоснабжения). Если это невозможно, то требуется применять методы обработки воды и подготовки для технологического использования. Сбрасываемые воды могут содержать взвешенные твердые частицы, растворенные элементы, металлы, технологические химикаты (например, цианид) и другие компоненты техногенных вод. Применяемые методы обработки будут отличаться в зависимости от состава сбрасываемых вод;

- мониторинг грунтовых вод организуется для контроля измерения качества грунтовых вод: следует контролировать земельные территории, расположенные рядом со всеми участками, на которых размещены отходы и пустая порода;

- экологические инструменты управления: системы экологического менеджмента — полезный инструмент для предотвращения загрязнений окружающей среды применительно к условиям промышленной деятельности.

7 Базовые и дополнительные НДТ при обращении с отходами в горнодобывающей промышленности

Примечание — Настоящий раздел включает в себя общую часть, относящуюся к базовым технологиям, применимым ко всем производственным участкам, на которых осуществляется обращение с отходами и пустыми породами, а также специальную (дополнительную) часть, относящуюся к определенным видам полезных ископаемых.

7.1 Базовые НДТ

7.1.1 К базовым НДТ относят:

- применение общих принципов, используемых при идентификации НДТ;

- применение подходов к управлению жизненным циклом, которое охватывает все стадии жизненного цикла проекта по условиям места размещения производственного объекта, включая фазы:

- проектирования с учетом исходного состояния окружающей среды;

- определения характеристик отходов и пустых пород;

- планирования;

- капитального строительства;

- эксплуатации, включающей документацию по руководству эксплуатацией, контролю и надзору, техническому обслуживанию, а также аудита;

- закрытия;

- последующих наблюдений;

- методы снижения потребления реагентов;

- методы предотвращения водной эрозии с внедрением ускоренного почвообразования и микробиологической рекультивации нарушенных земель;

- методы предотвращения образования пыли и тушения породных отвалов, терриконов;

- составление водного баланса и использование его результатов для разработки плана управления водными ресурсами;

- методы управления избыточными водами;

- мониторинг грунтовых вод вокруг отвалов отходов и пустых пород, а также мониторинг изменения биоразнообразия в районе отвалов и мониторинговый контроль над горящими терриконами.

7.1.2 Управление отводом сточных вод

Все способы предотвращения негативных воздействий, контроля и обработки сточных вод применяют, как правило, к новым и выборочно (с обоснованием эффективности) к действующим установкам. Однако наилучшие результаты будут получены, когда планы консервации/ликвидации объекта будут разработаны уже на стадии проектирования установок.

Выбор наиболее оптимального варианта зависит преимущественно от местных условий, включая учет таких факторов, как:

- водный баланс;

- потенциальная пригодность материала в качестве покрытия поверхностей;

- уровень грунтовых вод.

7.2 Дополнительные НДТ

7.2.1 Выщелачивание золота с использованием цианида

В дополнение к общим мероприятиям для объектов, где применяется выщелачивание золота с использованием цианида, НДТ является сокращение использования цианида (CN) посредством:

- применения прикладных методов минимизации использования цианида;
- автоматического управления использованием цианида;
- предварительной обработки пероксидом (по возможности);
- предотвращения сброса цианида в пруд-отстойник;
- проведения ряда мероприятий, направленных на повышение безопасности:

а) предусмотреть, как минимум, двойную по отношению к существующим потребностям производительность цикла разрушения/уничтожения цианида;

б) установить резервную систему добавления извести;

в) установить резервные источники энергии.

7.2.2 Получение алюминия

В дополнение к общим мероприятиям для глиноземных комбинатов НДТ является:

- на стадии эксплуатации — исключение попадания сточных вод в поверхностные воды, что достигается повторным использованием технической воды на предприятии, а в сухом климате — испарением;
- в фазе последующих наблюдений:

а) достижение концентраций, допустимых для сброса в поверхностные воды;

б) поддержание состояния подъездных дорог, систем дренирования и растительного покрова (включая, при необходимости, повторные посадки);

в) продолжительный мониторинг качества грунтовых вод;

г) обработку поверхностного стока из хвостохранилища.

7.2.3 Калийные разработки

В дополнение к общим мероприятиям для всех калийных рудников НДТ является:

- обеспечение 100 %-ной непроницаемости грунта под хвостохранилищем;
- сокращение пылеобразования на ленточных конвейерах;
- ограждение подошвы откоса отвала в пределах зоны непроницаемого грунта;
- осуществление обратной закладки сухих или разжиженных хвостов в большие очистные забои.

7.2.4 Угольные разработки

В дополнение к общим мероприятиям для всех угольных разработок НДТ является:

- прогнозирование ситуаций с использованием эффективных методов (на основе космогеофизических резонансов);
- использование метода геодинамического районирования территорий как основы для обеспечения геодинамической безопасности, предотвращения просадок грунтов и провалов земли, просачивания стоков, способных ухудшить состояние окружающей среды;
- обезвоживание тонкодисперсных частиц флотационных хвостов крупностью менее 0,5 мм.

8 НДТ в области мониторинга окружающей среды в горнодобывающей промышленности

К НДТ в области мониторинга относятся:

а) применительно к пруду/дамбе хвостохранилища — осуществление мониторинга:

- уровня воды;
- качества и количества утечек в дамбе;
- уровня грунтовых вод, порового давления, движения гребня дамбы и хвостов;
- сейсмической активности для контроля стабильности дамбы и геологических пластов, на которых она расположена; динамики порового давления и разжижения; механики сыпучих сред/грунтов;

б) применительно к отвалам — осуществление мониторинга:

- геометрии уступов/склонов; дренажа;
- порового давления, а также внешние осмотры и беспилотный воздушный мониторинг углесодержащих (бытовых и органосодержащих отходов) отвалов, терриконик;
- инженерно-геотехнологические проверки;
- независимый геотехнологический (горно-экологический) аудит;

в) применительно к хвостовым прудам/дамбам рекомендуются:

- внешние осмотры;
- ежегодные проверки;
- независимый аудит оценки состояния и прогнозирования безопасности существующих дамб.

9 Требования для реализации НДТ обеспечения безопасности труда при обращении с отходами горнодобывающей промышленности

9.1 Требования для реализации НДТ в обеспечение техники безопасности труда при обращении с отходами горнодобывающей промышленности

9.1.1 При управлении отходами и пустой породой лучшим способом предотвращения обвала дамб и отвалов является строительство технических сооружений для размещения отходов или пустой породы на подходящих для этого участках вне горного отвода рудника. В этом случае отпадает необходимость контроля устойчивости перемычек или отвалов.

9.1.2 Система отведения природных стоков важна для обеспечения техники безопасности дамб, гидротехнических и других сооружений, предназначенных для приема различных видов отходов. Отказ любого элемента системы отведения природных стоков может привести к переполнению получающего их пруда-накопителя (если этот вариант не был предусмотрен) с риском возникновения экологически опасной ситуации.

9.1.3 При подготовке естественного основания ниже уровня дамбы с естественного основания ниже уровня сдерживающей дамбы обычно снимается вся растительность и гумусные почвы в целях обеспечения достаточного по прочности фундамента.

9.1.4 В качестве строительного материала дамбы должны быть выбраны пригодные для поставленной цели строительные материалы, соответствующие эксплуатационным или климатическим условиям.

9.1.5 Контроль над допустимым смещением (наслоением) хвостовых отвалов, представляющих собой отходы в виде высокозольных продуктов обогащения (хвостов), особенно во влажном режиме, всегда будет важен для обеспечения стабильности их структуры и устойчивости состояния.

9.1.6 Технологии строительства и подъема дамбы с использованием грубых фракций хвостовых отходов действительно могут стать хорошим способом для удержания хвостовых шламов. Однако в конце жизненного цикла месторождения могут измениться как качество руды, так и метод ее обработки, что приведет к изменениям характеристик отходов (хвостов). Следовательно, управление качеством должно осуществляться на протяжении всего жизненного цикла месторождения. Поэтому, как правило, первоначальная дамба строится с использованием карьерного материала, качество которого легко проконтролировать в процессе строительства. Однако долгосрочная стабильность дамбы должна обеспечиваться не только качеством исходных материалов, но также и технологией их использования для строительства хвостовой дамбы.

9.1.7 Технологии удаления избыточной воды, управление избыточной водой предусматривают надводный борт, аварийный спуск и проектирование повышения уровня воды с использованием гидросливов, открытых русел, водозаборных башен и колодцев. Наряду с поддержанием адекватного надводного борта и систем спуска в аварийных/чрезвычайных ситуациях технологии удаления избыточной воды представляют собой приемлемый способ предотвращения чрезвычайных ситуаций в случае переполнения дамбы.

9.1.8 Необходимость дренажа дамб — водопроницаемые дамбы должны проектироваться с учетом выхода дренажа значительно ниже основания уступа внешнего склона. Этого можно достичь, используя внутреннюю систему дренажа в зоне, располагаемой во внутренней секции дамбы. Подобные системы дренажа водонепроницаемых дамб позволяют предотвращать утечки.

9.1.9 Мониторинг контролируемых утечек через дамбу обеспечивает понижение давления и применяется для обеспечения ее стабильности. Эффективный контроль утечек важен как с экологической точки зрения, так и с точки зрения техники безопасности.

9.1.10 Обеспечение устойчивости дамбы и отвала — важная мера для увеличения запаса прочности, то есть отношения допускаемого предела прочности при сдвиге к касательному напряжению сдвига.

9.1.11 Мониторинг технологии контроля устойчивости дамб и отвалов, как правило, осуществляется в соответствии с разработанным планом, включающим в себя комплекс замеров, проводимых с определенной периодичностью. Полный план мониторинга обычно включает в себя также график проведения инспекций и аудита. Следует также контролировать устойчивость поддерживающих пород и пластов, то есть основания, на котором находятся дамбы и отвалы.

9.1.12 Управление цианидом (CN), наряду с обработкой отходов, образующихся при выщелачивании цианидом, включает в себя меры по технике безопасности, направленные на предотвращение

несчастных случаев. Проектные разработки по заводу, как правило, включают в себя несколько технических решений, направленных на охрану труда для предотвращения несчастных случаев.

9.1.13 Обезвоживание отходов направлено на устранение основного неудобства при обращении со шламообразными отходами — их подвижности. В случае разрушения защитной конструкции дамбы шламообразные отходы могут распространиться на прилегающие к дамбе территории и привести к значительному ущербу в силу их физических и химических особенностей. Во избежание подобных ситуаций разработаны два альтернативных технологических подхода: обезвоживание шламообразных отходов и управление загущенными хвостовыми отходами.

9.1.14 Сокращение экологического следа, то есть задействованных в процессе обращения с отходами и пустыми породами площадей горного производства, обеспечивают за счет полной или частичной обратной закладки пород. Можно также использовать подводное размещение отходов (разгрузка в море) или другие способы, связанные с обратным обращением отходов и пустой породы в недра земли.

9.1.15 Сокращение количества аварийных/чрезвычайных ситуаций в природно-техногенной среде может быть обеспечено за счет использования актуальных методов достоверного прогнозирования (в практическом применении — метод космогеопрогноза), а также геодинамического районирования территорий по местоположению отвалов (для выбора экологически безопасного размещения отвалов и рекомендаций в процессе их обращения) путем разработки на этой основе планов предупреждения аварийных/чрезвычайных ситуаций и действий по их локализации/нейтрализации в случае возникновения.

9.2 НДТ для предупреждения аварийных/чрезвычайных ситуаций

9.2.1 К НДТ в этой области деятельности относятся:

- разработка планов действий в аварийных/чрезвычайных ситуациях;
- оценка и исследование аварийных/чрезвычайных ситуаций, включая геодинамическое районирование территории с космогеофизическим прогнозом;
- мониторинг трубопроводов.

9.2.2 Для сокращения площади воздействия аварийных/чрезвычайных ситуаций НДТ предусматривают:

- предотвращение или сокращение, насколько это возможно, образования хвостов и пустой породы;
- обратную закладку хвостов и пустой породы, при следующих условиях, учитывая, что она:

а) является частью способа разработки;

б) требует дополнительных издержек на обратную закладку выработанных пространств; эти издержки как минимум окупаются за счет возможности повышения качества и эффективности добычи полезного ископаемого, а также сортировки породной массы отвалов (с выделением полезной части) и использования оставшихся пород для закладки;

в) используется при разработке открытым способом, что позволяет (за счет обезвоживания хвостов посредством испарения, дренирования, водоотдачи) избежать формирования хвостового (шламового) хозяйства или сформировать его в меньшем объеме;

г) может формироваться за счет использования выработанных (при наличии) близлежащих карьеров;

д) проводится в выработанные пространства шахт, заполняемых разжиженными хвостами и нуждающихся в дренировании. Для повышения стабильности состава закладочного материала, возможно, следует добавлять в него связующее вещество;

е) проводится в уплотненном состоянии, если соблюдены условия применения обратной закладки и если необходима плотная обратная закладка, а хвосты при этом являются настолько тонкодисперсными по составу, что материалоемкость гидравлической обратной закладки невелика. В этом случае большой объем мелких фракций, направленных в пруд, обезвоживается очень медленно. Желательно избегать попадания воды в шахту (для предотвращения чрезмерно больших издержек на откачку воды и обеспечение условий ее сброса);

ж) формируется при соблюдении следующих условий:

- пустая порода может быть заложена в подземную шахту;
- поблизости имеется более чем один выработанный карьер;
- технология разработки карьерным способом предусматривает возможность обратной закладки пустой породы (внутреннее отвалообразование) без остановки основных горных работ;
- проведены исследование и классифицирование возможных способов использования пород отвалов (хвостов), формирование паспортов отвальных отходов и базы информационных данных об изменении их состояния во времени.

9.3 Рекомендации по выбору эффективных методов при консервации/ликвидации объекта в случаях угрозы аварийных ситуаций

9.3.1 Управление утечками технологических вод

Выбор места размещения отходов или пустой породы должен обеспечивать отсутствие утечек технологических вод. Однако если избежать таких утечек невозможно и уходят воды низкого качества и/или велики объемы утечек, подобные утечки следует предотвращать, уменьшать или контролировать (перечислено в порядке предпочтения). Как правило, применяется комбинация этих мер.

9.3.2 К НДТ сброса технологических вод относятся:

- повторное использование технологической воды;
- смешивание технологической воды с другими сбросами, содержащими растворенные металлы, а также их разбавление водой нормативно установленного качества;
- строительство стандартных отстойников;
- удаление взвешенных твердых частиц и растворенных металлов до момента сброса сточных вод;
- нейтрализация щелочных стоков с помощью серной кислоты или диоксида углерода;
- удаление мышьяка из стоков, образующихся при добыче, посредством добавки соли трехвалентного железа.

9.3.3 Фазы консервации объектов и последующих наблюдений

В дополнение к мероприятиям, описанным в 9.3.1 и 9.3.2, в фазах консервации и последующих наблюдений в отношении любых хвостохранилищ НДТ являются:

- разработка планов консервации объекта и проведения последующих мероприятий (применительно к этапу проектирования), включая оценки издержек и принятие альтернативных мер при риске изменения ситуации к худшему. Однако, поскольку требования к восстановительным мероприятиям со временем меняются, детализация планируемых мероприятий может проводиться на этапе консервации объекта;
- необходимое значение коэффициента запаса прочности должно составлять не менее 1,3 для отвалов/дамб после консервации определенного объекта. НДТ для фазы консервации и последующих наблюдений прудов-накопителей и хвостохранилищ является проектирование дамб таким образом, чтобы они долговременно могли оставаться стабильными.

Приложение А
(рекомендуемое)

Применение НДТ на стадиях проектирования, капитального строительства, возведения и эксплуатации дамб с использованием отходов горнодобывающей промышленности

А.1 Проектирование дамбы

В дополнение к мероприятиям, описанным в основной части настоящего стандарта, применительно к стадии проектирования дамбы с использованием отходов горнодобывающей промышленности в состав НДТ входят:

- проектные решения, как правило, основывают на результатах геодинамического районирования территорий с учетом имеющихся рекомендаций;
- при расчетах паводка для определения способности аварийного слива самого низкого опасного уровня дамбы используют статистические данные уровня наводнений за представительный период (не менее чем за 100 лет);
- в оценках объемов сброса вод используют результаты прогнозирования паводков с применением точных методов, например метода космогеопрогноза.

А.2 Стадия капитального строительства дамбы

В дополнение к мероприятиям, описанным в основной части настоящего стандарта, применительно к стадии капитального строительства дамбы с использованием отходов горнодобывающей промышленности в состав НДТ входят:

- снятие с природного грунта всей растительности и почвенного гумуса ниже водоудержательной дамбы;
- выбор для дамбы строительного материала, соответствующего поставленной задаче и не теряющего своих свойств под действием эксплуатационных или климатических условий.

А.3 При возведении (сооружении) дамбы в дополнение к мероприятиям, описанным в основной части настоящего стандарта, применительно к стадиям капитального строительства и эксплуатации дамбы в состав НДТ для безопасного управления отходами горнодобывающей промышленности входят:

- оценка риска слишком высокого пластового давления и мониторинг его изменения во времени;
- использование дамб обычного типа при следующих условиях:

а) хвосты не подходят для строительства дамбы;

б) водохранилище требуется для хранения воды;

в) участок управления хвостами находится в отдаленном и недоступном районе;

г) задержание воды хвостов необходимо на продолжительный период времени, определяемый сроком распада токсичного элемента (например, цианида);

д) естественный приток в пруд-накопитель значителен или может меняться в значительных пределах, что требует аккумулирующего бассейна и систем управления потоками;

- использование метода строительства типа «вверх по течению» при следующих условиях:

а) очень низкие риски сейсмической активности;

б) при строительстве дамбы могут использоваться хвосты (не менее 40 %—60 %, объем которых состоит из частиц размером от 0,075 до 4 мм);

- использование метода строительства типа «вниз по течению» при условии доступности достаточного количества строительного материала, например хвостов или пустой породы;
- использование метода строительства по осевой линии при условии низких рисков сейсмической активности.

А.4 При эксплуатации дамбы в дополнение к мероприятиям, описанным в основной части настоящего стандарта, в части контроля отходов к НДТ относят:

- мониторинг устойчивости, как описано ниже;
- обеспечение отвода любых сбросов воды в специальный пруд-отстойник или далеко от дамбы в случае трудностей со строительством пруда-отстойника;
- обеспечение возведения резервных прудов-отстойников;
- обеспечение альтернативных систем декантирования — слива осадка (в случае аварийного переполнения) и/или резервных плавучих насосных станций для их использования в чрезвычайных ситуациях (в целях повышения уровня воды в пруде-отстойнике до ранее определенного предельного уровня);
- измерение движения земной поверхности с помощью глубинных инклинометров и изучение условий изменения порового давления;
- обеспечение достаточного дренирования;
- обеспечение документирования проектирования и строительства, а также всех вносимых изменений в проект/объект;

- формирование руководства по безопасной эксплуатации дамбы, выполнение которого проверяется в ходе независимого аудита;

- обучение персонала и проведение в достаточном объеме тренингов персонала.

А.5 Для удаления избыточной воды из пруда НДТ является использование:

- водосбросов;

- водозаборных башен при холодном климате в сочетании с положительным водным балансом;

- водозаборных колодцев при теплом климате в сочетании с положительным водным балансом, а также большим запасом в дамбе.

А.6 Выбор метода обезвоживания хвостов зависит в основном от оценки трех факторов: стоимости, природоохранной эффективности и риска чрезвычайных ситуаций. НДТ в этой фазе распространяются на обращение с сухими хвостами, сгущенными хвостами и разжиженными хвостами.

А.6.1 На выбор подходящих НДТ для конкретного объекта влияет множество факторов, в том числе минералогия руды, ценность руды, гранулометрический состав, доступность технической воды, климатические условия, доступность площадей для хранения хвостов.

А.7 Дополнительными НДТ для безопасного обращения с отходами горнодобывающей промышленности являются:

- отведение естественных поверхностных стоков;

- помещение отходов в котлованы, техногенные выемки, пустоты в недрах земли. Данный подход позволяет избежать необходимости контроля устойчивости склонов отвала/дамбы;

- достижение значения коэффициента запаса прочности не менее 1,3 для всех отвалов/дамб на этапе эксплуатации;

- проведение рекультивации для восстановления растительного покрова, чаще всего дешевым и эффективным способом ускоренного почвообразования с использованием микроорганизмов (микробиологическая рекультивация).

Приложение Б
(рекомендуемое)

Применение НДТ на стадиях проектирования и строительства безопасных хвостохранилищ с использованием отходов горнодобывающей промышленности

Б.1 Общие требования к безопасности хвостохранилищ

Основные мероприятия по безопасности хвостохранилищ должны быть направлены на минимизацию ущерба от следующих факторов:

- фильтрационных потерь;
- пыления;
- разрушения.

Б.2 При проектировании хвостохранилищ должны быть учтены степень просадочности грунтов и сейсмичность, не превышающая 6 баллов, определены санитарно-защитная и охранная зоны, проезды, проходы, а также системы сигнализации, оповещения, связи.

Б.2.1 При проектировании и строительстве хвостохранилища по дну котлована обязательно предусматривается укладка водоупорного слоя из глинистого материала, иногда в сочетании с полимерной пленкой. Гидроизоляция с помощью только одной пленки недопустима, так как опыт показал неэффективность такого способа (полиэтиленовая пленка не выдерживает возникающих нагрузок и рвется, тем самым ее назначение как водонепроницаемого экрана практически сводится к нулю).

Б.3 Общие рекомендации по обеспечению безопасности при строительстве хвостохранилищ

Б.3.1 Орографические особенности местности должны быть таковы, чтобы площадка хвостохранилища и территория его санитарно-защитной зоны не подвергались затоплению паводковыми водами, а в прудок самого хвостохранилища не поступали поверхностные воды с окружающей местности во избежание его переполнения. Это в первую очередь относится к овражно-балочным и другим типам хвостохранилищ, размещаемых в естественных понижениях рельефа. Для перехвата поверхностных вод в этих случаях должны быть предусмотрены надежные и достаточные по объему отводные нагорные канавы. По периметру хвостохранилища у основания дамбы необходимо иметь дренажные канавы или сооружения для перехвата фильтрационного потока и возврата его в хвостохранилище или в технологический процесс.

Б.3.2 Не следует возводить одно над другим (по уклону местности в естественных понижениях рельефа, таких как овраги, балки, ущелья) несколько действующих хвостохранилищ во избежание аварийных ситуаций, связанных с прорывом дамбы.

Б.3.3 Строительство нового хвостохранилища допускается только ниже по рельефу местности, при условии, что вышерасположенное хвостохранилище прекратило функционировать и законсервировано. Дамба нижележащего хвостохранилища при этом должна иметь повышенный класс устойчивости. Также дамба хвостохранилища, расположенного в сейсмоопасном районе, должна иметь повышенный класс капитальности.

Б.3.4 Хвостохранилище не должно препятствовать естественному дренажу поверхностных вод с прилегающей территории.

Б.3.5 Должна сниматься растительность с территории хвостохранилища.

Б.3.6 Должен сниматься и сохраняться плодородный слой почвы с территории хвостохранилища для использования при рекультивации.

Б.3.7 Дамба в устьевой части хвостохранилища должна обеспечить удержание массы хвостов в чаше хвостохранилища и не допускать их вытекания в ближайший водоем.

Б.3.8 Днище хвостохранилища и борта должны иметь гидроизоляционный слой.

Б.3.9 Создание стены в грунте в сторону массопереноса в зависимости от рельефа местности.

Б.3.10 На хвостохранилищах, содержащих вещества классов опасности I—III, должны быть разработаны и утверждены декларации безопасности гидротехнических сооружений.

Б.3.11 На намывных хвостохранилищах, содержащих вещества классов опасности I—III, после первых пяти лет работы и не реже чем через 10 м наращивания дамбы должна быть проведена проверка на устойчивость дамбы и физико-механических характеристик хвостов на соответствие требованиям проекта.

Б.3.12 Отстоявшаяся вода должна подвергаться очистке и сбрасываться в местные водоемы или возвращаться на обогатительную фабрику для технологических нужд.

Б.3.13 Должна быть разработана и внедрена система мониторинга как состояния дамб, так и влияния хвостохранилищ на окружающую среду.

Б.3.14 В пределах санитарно-защитной и охранной зон запрещается строительство любых объектов, не связанных с эксплуатацией хвостохранилищ.

Б.3.15 Если до строительства в этих зонах имеются какие-либо объекты, то требуется их обязательный вынос за пределы санитарно-защитной и охранной зон.

Б.4 Рекомендации по обеспечению безопасности процессов фильтрации на хвостохранилищах

При выборе места расположения хвостохранилища:

- следует стремиться к созданию хвостохранилищ в долинах рек и ручьев, не имеющих рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого или рекреационного значения;
- в ложе хвостохранилищ должны отсутствовать горизонты подземных вод хозяйственно-питьевого назначения;
- должно быть подтверждено, что поток грунтовых вод в зоне влияния хвостохранилища не разгружается в открытый водоем в радиусе 2 км от хвостохранилища и не выходит на дневную поверхность в виде родников и других водотоков;
- подстилающие породы должны иметь малую водопроницаемость (что характерно для глин и суглинков);
- уровень грунтовых вод должен быть достаточно низким (не менее 4—5 м);
- хвостохранилища должны располагаться гипсометрически ниже обогатительных фабрик и других потенциальных объектов ущерба;
- необходимо обеспечить уменьшение фильтрационных потерь на основе инженерных решений — максимальная гидроизоляция, устройство дренажей для сбора фильтрационных вод и их последующего возвращения в прудок хвостохранилища;
- необходимо обеспечить увеличение доли оборотной воды;
- система оборотного водоснабжения должна полностью исключать сброс дебалансных вод из хвостохранилища. Для непредвиденных случаев экстренного сброса в районе хвостохранилища следует предусмотреть специальный зумпф необходимого объема с последующим возвратом из него жидкости в технологический процесс или удалением ее в соответствии с санитарными требованиями (очистка, необходимое разбавление и т. п.);
- технологическое соблюдение баланса между объемом поступления хвостовых вод в отстойный пруд и возвратом осветленных вод в технологический процесс с учетом количества атмосферных осадков и объема испарения;
- необходимо обеспечить организацию мониторинга подземных вод (сети наблюдательных скважин).

Б.5 Условия обеспечения безопасности процессов пыления на хвостохранилищах

Б.5.1 В силу того, что хвостохранилища имеют большую открытую поверхность (десятки и сотни тысяч квадратных метров), сложенную мелкодисперсным пылящим материалом с различной крупностью частиц (пески, илы), они являются мощными приземными источниками неорганизованного поступления токсических загрязнителей в окружающую среду.

Б.5.2 Следует учитывать, что примерно половина сдуваемой с поверхности хвостохранилища пыли выпадает на довольно узкой полосе земли, примыкающей к хвостохранилищу и ограждающей дамбе и имеющей на разных хвостохранилищах ширину от 100 до 200 м.

Б.5.3 Основными пылящими поверхностями являются наружные откосы ограждающих дамб, а также высохшие поверхности отработанных карт хвостохранилищ. Поэтому необходимы:

- сокращение пыления действующих и отработанных хвостохранилищ путем смачивания хвостов;
- создание эффективных санитарно-защитных зон вокруг хвостохранилищ (особенно важно в населенных пунктах);
- рекультивация на основе связывания материала хвостов химическими соединениями, землевания хвостохранилищ, самозарастания или лесопосадки.

Б.5.4 Вокруг хвостохранилищ наблюдаются зоны загрязнения почв и растительности токсическими соединениями, поэтому повышение содержания опасных токсических и радиоактивных соединений в растениях, в первую очередь в сельскохозяйственной продукции, должно строго контролироваться.

Б.5.5 В зоне воздействия хвостохранилищ необходимо выращивать сельскохозяйственные культуры с низкими коэффициентами перехода опасных веществ из почвы в растения. Желательно, чтобы эти сельскохозяйственные культуры были техническими.

Б.6 Для предотвращения разрушения дамб или самих водосборных сооружений должны быть определены:

- границы опасной зоны;
- границы зоны затопления;
- загрязнение подземных вод и его границы;
- загрязнение поверхностных вод и его последствия;
- загрязнение воздушного бассейна.

Б.6.1 Для предотвращения аварийных ситуаций на хвостохранилищах ниже по рельефу сооружают еще одну страховочную дамбу из местного грунта для перехвата возможного прорыва основной дамбы.

Б.7 НДТ по обеспечению безопасности отвалов

Б.7.1 Оползневые склоны отвалов и хвостохранилищ необходимо укреплять механически либо биологически, высаживая кустарники с мощной корневой системой.

Б.7.2 На оползне-опасных участках отвалов и хвостохранилищ поверхностные воды отводят специальными дренажными канавками.

Б.7.3 Для отвалов необходима рекультивация не только горизонтальных поверхностей, но и откосов в целях противоэрозионных мероприятий.

Б.7.4 Возможна консервация токсичных отходов с последующей присыпкой их 3 м плодородной земли и использованием рекультивированных площадей в лесохозяйственных или рекреационных целях.

Б.8 НДТ по утилизации отвалов

Б.8.1 Проводят доизвлечение полезного ископаемого из отвалов забалансовых руд, использование руд попутных компонентов, находящихся во вмещающих породах или породах вскрыши (например, железных руд на месторождениях марганца, флюоритовых руд на полиметаллических месторождениях и пр.).

Б.8.2 Используют породы отвалов в качестве закладочного строительного материала и т. п.

Б.8.3 При выборе направления утилизации отвалов учитывают минеральный состав, радиоактивность и химическую активность слагающих пород, что позволяет определить наилучший путь их утилизации.

Б.8.4 Осуществляют раздельное складирование отходов в отвалах по видам потенциальных техногенных месторождений.

Библиография

[1] Справочник ЕС «Европейская комиссия. Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Обращение с отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности. Январь 2009 г. («European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities. January 2009»)

[2] Директива 2006/21/ЕС от 15 марта 2006 г. Европейского парламента и Совета «Об управлении отходами горнодобывающей промышленности» (Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries)

[3] Шматков Г.Г. Рекомендации по безопасности хвостохранилищ («Центр экологического аудита и чистых технологий», Украина, Днепропетровск) gost.e-ecolog.ru

УДК 658.567.1:006.354 ОКС 13.030.01 Т58

Ключевые слова: отходы, наилучшие доступные технологии, добыча, переработка, полезные ископаемые

Редактор *Л.М. Смирнов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 17.09.2013. Подписано в печать 25.09.2013. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 68 экз. Зак. 1075.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru