

УДК 622.235-032.32  
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-12-166-171

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Д.Б. Касымалиев*

*Аннотация.* Рассматривается возможность использования отработанного машинного масла в производстве взрывчатых веществ, что способствует утилизации отходов и снижению затрат в горнодобывающей промышленности. Представлены экологические и экономические преимущества данного подхода, а также обсуждаются основные технологические процессы интеграции отработанного масла в производство взрывчатых веществ. Отмечены примеры успешной реализации таких проектов на рудниках России. Таким образом, использование отработанного машинного масла в производстве взрывчатых веществ не только позволяет эффективно решать проблему утилизации промышленных отходов, но и способствует повышению экологической безопасности и снижению операционных затрат в горнодобывающей отрасли.

*Ключевые слова:* экология; токсичные вещества; отработанное масло; взрывчатые вещества; переработка.

---

## ТОО-КЕН ИШКАНАЛАРЫНДА ЖАРЫЛУУЧУ ЗАТТАРДЫ ӨНДҮРҮҮ ҮЧҮН МАЙДЫН КАЛДЫКТАРЫН КОЛДОНУУ

*Д.Б. Касымалиев*

*Аннотация.* Бул макалада жардыргыч заттарды өндүрүүдө калдыктарды көмүүгө көмөктөшүүчү жана тоо-кен тармагындагы чыгымдарды азайтуучу колдонулган машина майын колдонуу мүмкүнчүлүгү каралууда. Бул ыкманын экологиялык жана экономикалык артыкчылыктары көрсөтүлүп, колдонулган майды жардыргыч заттарды өндүрүүгө интеграциялоонун негизги технологиялык процесстери талкууланат. Россиянын шахталарында мындай долбоорлорду ийгиликтүү ишке ашыруунун мисалдары белгиленди. Ошентип, жардыргыч заттарды өндүрүүдө колдонулган машина майын колдонуу өндүрүш калдыктарын кайра иштетүү маселесин натыйжалуу чечүүгө гана мүмкүндүк бербестен, экологиялык коопсуздукту жакшыртууга жана тоо-кен тармагындагы эксплуатациялык чыгымдарды кыскартууга жардам берет.

*Түйүндүү сөздөр:* экология; уулуу заттар; колдонулган май; жарылуучу заттар; кайра иштетүү.

---

## USE OF WASTE OIL FOR THE MANUFACTURE OF EXPLOSIVES IN THE MINING INDUSTRY

*D.B. Kasymaliev*

*Abstract.* This article examines the potential use of waste engine oil in the production of explosives, contributing to waste recycling and cost reduction in the mining industry. The environmental and economic advantages of this approach are presented, and the key technological processes for integrating waste oil into explosive production are discussed. Examples of successful implementation of such projects at mines in Russia are highlighted. Thus, the use of waste engine oil in the production of explosives not only effectively addresses the issue of industrial waste disposal but also contributes to enhancing environmental safety and reducing operational costs in the mining industry.

*Keywords:* ecology; toxic substances; waste oil; explosives; recycling.

Утилизация отработанного машинного масла остаётся острой экологической проблемой, поскольку его неправильное хранение и утилизация могут привести к серьёзному загрязнению окружающей среды. Поэтому на предприятиях горнодобывающей промышленности продолжается поиск способов сокращения затрат на производство взрывчатых веществ. Традиционные методы производства взрывчатых веществ требуют использования дорогостоящих и ресурсоёмких компонентов, что создаёт экономические трудности для компаний.

С развитием промышленности объёмы отработанного масла постоянно растут, создавая угрозу для экосистем и требуя эффективных методов утилизации. Применение отработанного масла для изготовления взрывчатых веществ может стать важным шагом как в решении проблемы утилизации, так и в снижении себестоимости производства взрывчатых веществ. Этот подход не только позволит уменьшить нагрузку на окружающую среду, но и откроет новые возможности для горнодобывающей промышленности, где использование взрывчатых веществ играет ключевую роль в операциях по добыче полезных ископаемых.

Новизна исследования заключается в разработке и внедрении технологии, позволяющей эффективно использовать отработанное машинное масло в качестве компонента для производства взрывчатых веществ. Активно исследуется потенциал замены традиционных компонентов взрывчатых веществ (таких как дизельное топливо) на отработанное масло без потери качественных характеристик конечного продукта. Также изучаются физико-химические свойства таких взрывчатых смесей и их влияние на производственные процессы, что открывает перспективы для создания новых устойчивых технологий в горнодобывающей отрасли.

Отработанное машинное масло традиционно рассматривается как отход, подлежащий утилизации. Однако его можно эффективно использовать в различных промышленных процессах, включая производство взрывчатых веществ (ВВ). Это направление особенно актуально в горнодобывающей отрасли, где существует необходимость в поиске способов сокращения отходов и экономии ресурсов.

Современные разработки показывают, что отработанное масло может заменить дизельное топливо в некоторых типах взрывчатых веществ, что снижает затраты и улучшает экологические показатели. В соответствии с законом Государственного надзора по защите экологии, отработанные моторные масла запрещается сливать куда попало, потому что они токсичны и наносят вред окружающей среде. А в странах ЕС за такое обращение предусмотрены значительные штрафы [1].

#### **Экологические и экономические преимущества использования отработанного масла**

*Экологическая выгода.* Утилизация отработанного масла через его переработку и дальнейшее использование в производстве ВВ позволяет существенно снизить вредное воздействие на окружающую среду. Отработанное масло, попадающее в грунтовые воды или почву, представляет серьёзную угрозу для экосистем. Использование отработанного масла в производстве ВВ сокращает объёмы отходов и снижает выбросы парниковых газов (таблица 1) [2].

*Экономическая эффективность.* В условиях постоянного роста цен на нефть и её производные, использование отработанного масла позволяет значительно снизить затраты на производство ВВ. В горнодобывающей промышленности, где ВВ применяются регулярно, это даёт заметную экономию. Например, внедрение этой технологии на одном из крупных рудников России позволило снизить затраты на топливо на 4,5 % на тонну произведённых взрывчатых веществ, что привело к экономии до 760 000 литров дизельного топлива в год.

Процесс переработки отработанного масла для его использования в ВВ включает несколько этапов. Отработанное масло проходит очистку и фильтрацию, после чего смешивается с нитратом аммония или другими компонентами, применяемыми для производства взрывчатых веществ. Например, ANFO (смесь аммиачной селитры и дизельного топлива) является одной из наиболее распространённых форм ВВ в горнодобывающей отрасли. Отработанное масло может заменить дизельное топливо в этой смеси, что также способствует снижению затрат. Оптимальным является соотношение 50:50

Таблица 1 – Содержание вредных газов при взрыве ПВВ

Взрывчатое вещество	Содержание газов, л/кг		Суммарно, в пересчете на условную СО
	СО	NOx	
Гранулотол	167,1	0,1	167,9
Аммонит 6ЖВ	3,76	3,68	27,7
Граммонит 79/21	48,2	5,6	84,6
Игданит 5,5 % ДТ	8,65	8,65	64,9
Гранулит УП-1*	18,8	8,5	74
Гранулит АС-4**	16	6,1	55,6
Гранулит АС-8*	26,9	7,4	73
Ифзанит-Т-20 *	74,9	5,96	113
Ифзанит-Т-20**	31	8,0	83,3
Порэммит-1*	14,22	1,67	25,1
Порэммит-1**	4,71	1,14	12,2

Примечание: \* – открытый заряд, \*\* – в стальной оболочке.

отработанного масла и дизельного топлива для сохранения мощности взрыва и обеспечения безопасности [2].

Таким образом, использование отработанного масла в производстве взрывчатых веществ представляет собой перспективное направление с точки зрения экономии ресурсов и экологической безопасности. Этот подход позволяет не только снизить производственные затраты, но и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Успешные примеры внедрения данной технологии на российских рудниках и за рубежом показывают её потенциал для широкого применения в различных отраслях промышленности. Такая технология была протестирована и зарекомендовала себя как безопасная и надёжная. Это делает её предпочтительным выбором для многих компаний, стремящихся к снижению своих затрат и повышению экологической ответственности [3].

График на рисунке 1 показывает изменение количества отработанного масла и итогового объёма в зависимости от его концентрации в составе эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ). По оси X показана концентрация отработанного масла в процентах, по левой оси Y – количество отработанного масла в килограммах, а по правой оси Y – итоговый объём в литрах [4].

График на рисунке 2 показывает линейное увеличение количества отработанного масла и итогового объёма с ростом концентрации масла в составе АС ДТ. Показано изменение количества дизтоплива и сэкономленного объёма в литрах в зависимости от концентрации отработанного масла. Зелёные столбцы отображают количество дизтоплива (в кг), а оранжевые – сэкономленный объём (в литрах) [5].

#### Мировая практика внедрения технологии использования отработанного масла в производстве взрывчатых веществ

Существует несколько успешных примеров внедрения технологии использования отработанного масла в производстве взрывчатых веществ [6].

**Bulk Mining Explosives.** В Южной Африке и других африканских странах компания ВМЕ активно использует переработанное отработанное масло в качестве компонента для производства эмульсионных взрывчатых веществ. Компания применяет философию «cradle-to-cradle», которая предполагает сбор, очистку и повторное использование масла в составе ВВ, что способствует снижению затрат на топливо и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. ВМЕ уже получила контракты на внедрение этой технологии на крупных угольных и алмазных рудниках.

Сравнительный анализ количества отработанного масла и итогового объема в эмульсионном ВВ при разной концентрации масла

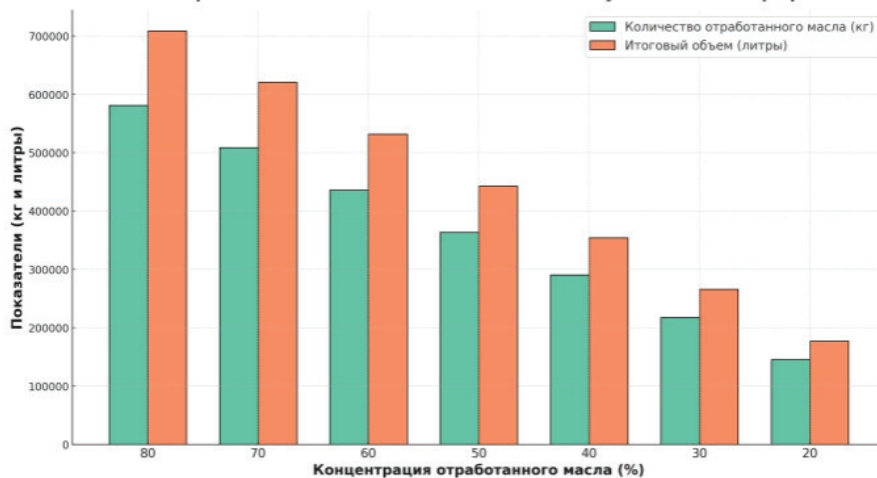


Рисунок 1 – Сравнительный анализ количества отработанного масла и итогового объёма в эмульсионном взрывчатом веществе при разной концентрации масла

Сравнительный анализ дизтоплива и сэкономленного объема при разной концентрации отработанного масла

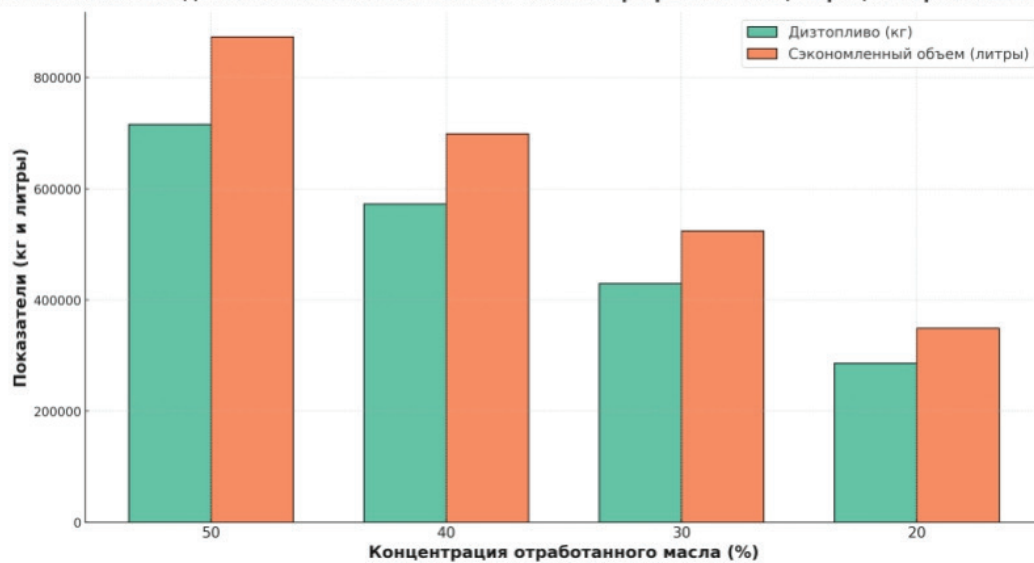


Рисунок 2 – Сравнительный анализ дизтоплива и сэкономленного объема при разной концентрации отработанного масла

**Рудник PT Kaltim Prima Coal (KPC), Индонезия.** Один из крупнейших открытых угольных рудников в мире – KPC – заменил до 100 % дизельного топлива на отработанное масло в производстве эмульсионных взрывчатых веществ. Внедрение этой технологии позволило сэкономить около 25,5 миллионов литров дизельного топлива в период с 2011 по 2021 год. Использование переработанного масла вместо дизеля помогло снизить эксплуатационные расходы и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Для замены дизеля на отработанное масло рудник получил специальное разрешение в 2016 году и провёл модернизацию технологий, что позволило успешно применять новое топливо на протяжении нескольких лет.

Применение на различных угольных и медных рудниках в США. В США технология применения отработанного масла в составе ANFO (аммиачная селитра и топливо) активно внедряется на рудниках с высокой интенсивностью добычи. Эта практика позволяет снизить затраты на покупку дизельного топлива и уменьшить объёмы отходов, что ведёт к снижению себестоимости добычи. Важно, что для использования данной технологии компании должны соответствовать требованиям стандартов, установленным MSHA (Mine Safety and Health Administration), и проводить регулярное тестирование и контроль качества переработанного масла.

Эти примеры показывают, что использование отработанного масла в производстве взрывчатых веществ становится всё более популярной практикой в России и за рубежом, что способствует снижению расходов и улучшению экологических показателей на предприятиях [7].

В России технология использования отработанного масла в производстве взрывчатых веществ используется на нескольких предприятиях:

**ООО «КРУ-Сибирит».** В производстве взрывчатых веществ «Гранулит-НП» используется отработанное масло, остающееся после эксплуатации горной техники. Это позволяет снизить затраты на топливо и уменьшить объёмы отходов. Компания применяет масло как заменитель традиционного дизельного топлива в составе своих продуктов.

**Компания АЛРОСА.** Айхальский ГОК протестировал пилотный проект по использованию отработанного масла в составе эмульсионных взрывчатых веществ. Этот проект является частью программы по повышению операционной эффективности и снижению расходов. В случае подтверждения экономической эффективности, планируется внедрение проекта на Нюрбинском ГОКе.

#### **Выводы:**

1. Использование отработанного машинного масла для изготовления взрывчатых веществ является перспективным решением как с экономической, так и с экологической точек зрения. Это не только способствует эффективной утилизации отходов, но и снижает затраты на производство взрывчатых веществ за счёт замены дорогостоящих компонентов.

2. Экспериментальные исследования подтверждают, что при правильной подготовке и фильтрации отработанное масло может заменить традиционное дизельное топливо в составе взрывчатых смесей (например, в ANFO). Это не снижает эффективности взрывчатых веществ и сохраняет их эксплуатационные характеристики.

3. Интеграция отработанного масла в производственный процесс изготовления взрывчатых веществ поможет уменьшить объёмы токсичных выбросов и снизить экологическое воздействие на окружающую среду. Это особенно важно для горнодобывающей отрасли, где значительные объёмы отходов могут создавать экологические проблемы.

4. Применение отработанного масла в производстве взрывчатых веществ может стимулировать разработку новых технологий, направленных на использование других видов промышленных отходов, что усилит устойчивость и ресурсосбережение в горнодобывающей промышленности.

#### **Ожидаемый эффект**

1. Экономический эффект. Ожидается снижение затрат на производство взрывчатых веществ за счёт замены дорогих нефтепродуктов (например, дизельного топлива) на отработанное масло. Это может привести к сокращению операционных расходов горнодобывающих предприятий, особенно тех,

где активно используются взрывчатые вещества в добыче полезных ископаемых. При массовом внедрении данной технологии возможна экономия в пределах 15–30 % на производстве взрывчатых веществ [8].

2. Экологический эффект. Ожидается уменьшение объемов загрязнения окружающей среды, так как отработанное масло вместо утилизации с потенциальным риском загрязнения почвы и вод, будет переработано и использовано в производственных целях. Это будет способствовать снижению выбросов парниковых газов и улучшению экологической обстановки в регионах горной добычи.

3. Технологический эффект. Инновации, связанные с переработкой отработанного масла в компоненты взрывчатых веществ, могут открыть новые направления в развитии более устойчивых и экологически безопасных технологий. Это также стимулирует предприятия к внедрению ресурсосберегающих технологий и повышению общей эффективности производства.

Таким образом, можно утверждать, что внедрение данной технологии окажет положительное влияние как на экономические показатели горнодобывающих предприятий, так и на экологическую ситуацию в регионах их деятельности [9].

Поступила: 15.10.24; рецензирована: 20.10.24; принята: 25.10.24.

#### *Литература*

1. ГОСТ Р 51330.18–99: Взрывчатые вещества. Основные требования. URL: <http://www.gost.ru> (дата обращения: 02.10.2024).
2. Козырев С.А. Газовая вредность взрывчатых веществ, применяемых в горнодобывающей промышленности / С.А. Козырев, Е.А. Власова // Горная промышленность. 2021;(5): DOI: 10.30686/1609-9192-2021-5-106-111.
3. Таукин П.Б. Токсичные отходы: научное и учебно-методическое справочное пособие / П.Б. Таукин, А.И. Потапов. СПб., 2006. 535 с.
4. Пыталев И.А., Доможиров Д.В., Борисенко Е.В., Ильминин Ю.К. Горная промышленность. 2023. URL: <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-6-155-161> (Mining Media) (дата обращения: 08.10.2023).
5. Фаткуллин Д.Д. Технология переработки отработанного минерального масла / Д.Д. Фаткуллин // Молодой ученый. 2019. № 9 (247). URL: <https://moluch.ru/archive/247/56903> (дата обращения: 15.10.2024).
6. Соснин В.А. Состояние и перспективы развития промышленных взрывчатых веществ в России и за рубежом / В.А. Соснин, С.Э. Межеричкий // Вестник Казанского технол. ун-та. 2016. № 19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-promyshlennyh-vzryvchatyh-veschestv-v-rossii-i-za-rubezhom> (дата обращения: 15.10.2024).
7. Комащенко В.И. Перспективы развития промышленных взрывчатых веществ и применения современных технологий взрывных работ с учетом экологической безопасности / В.И. Комащенко, Е.Д. Воробьев, В.А. Белин // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2017. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-promyshlennyh-vzryvchatyh-veschestv-i-primeneniya-sovremennyh-tehnologiy-vzryvnyh-rabot-s-uchetom> (дата обращения: 15.10.2024).
8. Ассоциация взрывных технологий. 2020. Использование вторичных продуктов в производстве ВВ. URL: <https://www.explosive-tech.org/articles/2020> (дата обращения: 02.10.2024).
9. Российская академия наук. 2019. Проблемы переработки отработанных масел в ВВ. URL: <https://www.ras.ru/articles/oil-waste-explosives> (дата обращения: 02.10.2024).