

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2021, №5, Том 13 / 2021, No 5, Vol 13 <https://esj.today/issue-5-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/30NZVN521.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Арустамов, Э. А. Технология повышения коэффициента извлечения алмазов из отвалов шлама за счёт новаторской рекуперации / Э. А. Арустамов, В. В. Леонов, А. П. Павлов, И. В. Хомутова // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/30NZVN521.pdf>

**For citation:**

Arustamov E.A., Leonov V.V., Pavlov A.P., Khomutova I.V. Technology for increasing the coefficient of diamond recovery from sludge dumps due to innovative recovery. *The Eurasian Scientific Journal*, 13(5): 30NZVN521. Available at: <https://esj.today/PDF/30NZVN521.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

**Арустамов Эдуард Александрович**

АНОО ВО ЦРФ «Российский университет кооперации», Мытищи, Россия  
Почётный профессор

ГОУ ВО МО «Московский государственный областной университет», Москва, Россия

Профессор кафедры «Методики преподавания безопасности жизнедеятельности»

Доктор экономических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации,  
главный редактор научного журнала «Отходы и ресурсы», академик международной  
академии экологической безопасности и природопользования, кавалер ордена Вернадского В.И.

E-mail: [eduard-arustamov@yandex.ru](mailto:eduard-arustamov@yandex.ru)

РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=262765](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=262765)

**Леонов Владимир Владимирович**

ГОУ ВО МО «Московский государственный областной университет», Москва, Россия

Декан факультета «Безопасности жизнедеятельности»

Кандидат исторических наук

E-mail: [leonoff11@rambler.ru](mailto:leonoff11@rambler.ru)

**Павлов Анатолий Павлович**

ООО «Издательство «Мир науки», Москва, Россия

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: [article@resources.today](mailto:article@resources.today)

**Хомутова Ирина Владимировна**

ГОУ ВО МО «Московский государственный областной университет», Москва, Россия

Заведующий кафедрой «Методики обучения безопасности жизнедеятельности»

Кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: [khomutovairina@ya.ru](mailto:khomutovairina@ya.ru)

## **Технология повышения коэффициента извлечения алмазов из отвалов шлама за счёт новаторской рекуперации**

**Аннотация.** В условиях режима тотальной экономии земных богатств и полезных ископаемых мировые производственно-добывающие компании стремятся наиболее эффективно использовать имеющиеся ресурсы и, нередко, обращаются к некогда образовавшимся отвалам и перерабатывают их для повышения общей эффективности рудников. В статье раскрывается опыт одной из успешных в мире компании, использующей такие технологии и преумножающей итоговые производственные показатели многих подобных остальных фирм.

В настоящее время разрабатываются проекты по дальнейшей модернизации шахтной рекуперационной установки с использованием большего количества сортировщиков. Компания предоставила эффективное решение для крупных фракций на, так называемых, исторических хвостохранилищах. В статье раскрываются последовательные этапы попыток поиска решений для увеличения доходов от обработки исторического материала. Для чего была поставлена задача поиска компактной машины, которую можно было бы использовать в качестве сортировщика для окончательного восстановления технологического процесса. Понятно, что каждая фирма никогда не раскроет весь технологический процесс, но сама постановка вопроса и достижение высоких итоговых результатов представляет большой научный интерес, тем более для России, где огромные территории заняты отвалами от бывших добывавших, на скорую руку, рудниковых шахт.

**Ключевые слова:** технология сортировки; драгоценные алмазы; шахты; инвестиции; извлечения; шахтная рекуперационная установка; рентгеновское излучения; рентгеновская флуоресценция; реализация потенциала шахты; извлечение крупной руды; сортировщик; концентрат; модернизация установки; алмазный рудник

## Введение

**Цель исследования** заключается в том, чтобы обратить внимание властных управленческих структур и научной экологической общественности на возможность использования, так называемых отходов добывающей промышленности, которыми завалена огромная территория нашей страны. **Актуальность проблемы** состоит в том, что в мировой практике уже накопился опыт выполнения подобных работ, причём, даже, с извлечением из выполняемых работ высокой прибыли, за счёт применения современных технологий.<sup>1,2,3</sup>

**Методы и материалы** использованные в статье являются обобщением опыта одной из зарубежных фирм, представленного на международной экологической выставке в г. Уфа в 2021 году. **Результатом** представленного нами обобщения является поднятие проблемы очищения земной поверхности нашей страны, заваленной и загрязненной предыдущими поколениями населения, не имевшими в то время высокотехнологичного производства с использованием современных достижений науки и мировой практики.

Унылая индустриальная картина прошлого от вида заброшенного исторического рудника, представленная на рисунке 1 (по материалам экологической выставки в г. Уфа в 2021 г.), это не только укор беспощадному обращению с природой предыдущих поколений, но это и предложение сегодняшнему поколению по более эффективной переработке шлама от образовавшихся отвалов при добыче алмазов на основе новой, более совершенной техники и технологии. Можно отметить два фактора необходимости этой деятельности:

1. Сокращение, хотя и незначительное, объёмов отходов.
2. Получение прибыли от применения более эффективных технологий.

---

<sup>1</sup> Безопасность жизнедеятельности. Арустамов Э.А., Волощенко А.Е., Гуськов Г.В. и др. Учебник / Москва, 2003, Сер. Учебные издания для бакалавров.

<sup>2</sup> Природопользование. Арустамов Э.А., Волощенко А.Е., Гуськов Г.В. и др., учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Москва, 2004, (6-е издание, переработанное и дополненное).

<sup>3</sup> Экологические основы природопользования. Арустамов Э.А., Баркалова Н.В., Левакова И.В., учебник / Москва, 2006. (3-е издание, переработанное и дополненное).

Представленная технология XRT фирмы TOMRA по сортировке на основе датчиков XRT TOMRA открывает значительную возможность для повышения ценности драгоценных алмазов на шахте Летшенг. Эта технология может представить интерес и для других стран мира, в том числе для России. Компания предоставила в качестве экспоната эффективное решение для переработки и повторной добычи крупных фракций на исторических хвостохранилищах, окупив в 15 раз первоначальные инвестиции за 4 года.

Успешные первоначальные испытания привели к установке первого в мире сортировщика TOMRA для окончательного извлечения ценного минерала, который в настоящее время находится на завершающей стадии ввода в эксплуатацию. Одновременно разрабатываются проекты по дальнейшей модернизации шахтной рекуперационной установки с использованием большего количества сортировщиков TOMRA XRT. На рисунке 1 представлен современный вид исторического рудника, имеющий ещё огромный ресурс получения драгоценного минерала.



*Рисунок 1. Рудник Летшенг, расположенный в горах Малуты в Лесото (по материалам экологической выставки в г. Уфа в 2021 г.)*

Компания Gem Diamonds, ведущий мировой производитель крупных алмазов высокой стоимости, владеет 70 % рудника Летшенг, расположенного в горах Малуты в Лесото. Это один из крупнейших открытых алмазных рудников в мире. Он перерабатывает руду из двух кимберлитовых трубок — Основной трубы (17,0 га) и Спутниковой трубы (5,2 га) — и известен извлечением алмазов II типа.

Руда обрабатывается на двух установках с использованием обычных процессов дробления, очистки, грохочения и разделения плотной среды (DMS). Концентрат DMS разделяется на три фракции, которые отправляются на обработку с использованием технологий XRT (Пропускание рентгеновского излучения) и XRF (Рентгеновская флуоресценция).

В 2017 году компания предприняла ряд мероприятий, направленных на полную реализацию потенциала шахты, и связалась с TOMRA Mining, чтобы изучить способы улучшения процесса извлечения крупной руды. Поскольку в 2015 году была введена в эксплуатацию новая крупнозернистая добыча, но были получены не все те алмазы, которые искали, фирма стала работать с поставщиком оборудования над улучшением технологии, но чувствовала, что достигла предела и тогда она решила обратиться к фирме TOMRA, чтобы увеличить намеченный объём добычи.

Испытательные технологии XRT TOMRA быстро раскрыли их огромный потенциал. На территории исторических рудников за многие годы образовалось огромное количество, так называемых, хвостохранилищ, иначе говоря, отвалов использованной горной породы при добыче алмазов. Для этого кампания Gem Diamonds арендовала сортировщик XRT компании TOMRA COM, который был развернут во второй половине 2017 года для переработки исторических хвостов. Цели состояли в том, чтобы провести аудит работы установки по

извлечению грубого помола, увеличить извлечение алмазов, повысить извлекаемую выручку и оценить установку TOMRA как установку по извлечению и сортировке сыпучих материалов.

Инициатива увенчалась успехом, и сортировщик TOMRA выполнил все поставленные перед Gem Diamonds цели: за 6 месяцев аренды этого устройства было получено лучшее представление о эффективности первичной добычи. В результате предоставилась возможность провести автономный аудит и мероприятия по очистке, что позволило увеличить добычу алмазов и доходы, а также эффективно внедрить массовую обработку хвостов добычи за прошлые годы.

Сортировщик XRT TOMRA превзошел все ожидания фирмы. Установка показала, что она последовательно восстанавливает добычу из хвостового материала. Ценность, которую она принесла, красноречиво говорила о эффективной технологии и огромном потенциале, который все еще можно было получить с помощью доступных отходов прошлого. Это закрепило понимание того, что на втором этапе нужен блок предварительной очистки, аудита и восстановления продуктивности исходного материала. Механизованная линия TOMRA COM XRT 2.0 с сортировщиком обеспечивает высокую производительность, рентабельность и окупаемость инвестиций.

На фоне отличных результатов, достигнутых с помощью арендованной техники, Gem Diamonds приобрела сортировщик TOMRA COM XRT 2.0, чтобы в конце контракта заменить арендованную единицу. Благодаря увеличенной камере выброса, более высокой скорости и пропускной способности ремня, эта установка идеально подходила для добычи крупных алмазов, которую предпочитала компания.

В январе 2018 года фирме сильно повезло, так как сразу после завершения ввода в эксплуатацию нового сортировщика был обнаружен самый большой камень алмаза, который когда-либо видел Летсенг, а именно Легенду Лесото в 910 карат. После этого не было никаких вопросов к её установке и производительности. С 2017 года с помощью двух сортировщиков TOMRA XRT было извлечено 6 алмазов, которые были проданы более чем за 1 миллион долларов США.



*Рисунок 2. Высокпроизводительный и эффективный сортировщик шлама TOMRA COM XRT 2.0 (по материалам экологической выставки в г. Уфа в 2021 г.)*

С момента установки TOMRA COM XRT 2.0 исторический материал шахты +5 мм был исчерпан, и в настоящее время компания сосредоточена на очистке и аудите существующих хвостохранилищ. За период экспорта складировается около 10 тонн грубых фракций в день и осуществляется примерно 8 экспортных поставок в год. В среднем за 45 дней накапливается от 450 до 500 тонн, которые перерабатываются в конце экспортного периода.

Для фирмы важно найти подтверждения того, что вся экономическая ценность отвалов была восстановлена и что в процессе восстановления ничего не было упущено. Установив эту установку, фирма получила возможность извлекать все алмазы, присутствующие в нашем концентрате, либо через первое, либо через второе пропускание.



*Рисунок 3. Gem Diamonds приобрела первую в мире перерабатывающую машину для окончательной установки и освоения технологического процесса TOMRA (по материалам экологической выставки в г. Уфа в 2021 г.)*

Компания Gem Diamonds была настолько впечатлена технологией TOMRA XRT, что стала первым разработчиком ее новаторского решения для окончательной рекуперации, купив сортировщик TOMRA COM XRT 300/FR еще до его запуска. Так что на шахте Летшенг была опробована первая в мире подобная установка.

Найдя эффективное решение для грубого восстановления с помощью сортировщика TOMRA COM XRT 2.0, Gem Diamonds обратили свое внимание на схему восстановления мелких частиц. Для этого были отправлены некоторые образцы для тестирования в независимое предприятие, в результате предположения о недостаточном восстановлении в определенных фракциях размера подтвердились.

Была сделана попытка найти решение для увеличения доходов от обработки исторического материала. Стали искать компактную машину, которую можно было бы использовать в качестве сортировщика для окончательного восстановления. TOMRA COM XRT 300/FR очень хорошо справилась с этой задачей и даже в качестве сортировщика отдельных частиц. Кроме того, это именно тот сортировщик, который будет обрабатывать супер-концентрат, который очень хорошо работает и в качестве очистного устройства.

Алмазная промышленность в течение 20 лет ждала появление способа внедрения XRT непосредственно в процесс окончательной добычи алмазов, вместо стадий объемной

концентрации, на которых существуют модули DMS. “TOMRA COM XRT 300/FR — это компактный сортировщик, который может функционировать в условиях добычи алмазов и сортировки в домашних условиях, и он первым точно сортирует алмазы на основе их свойств, а не их доверенных лиц, добываясь лидирующего на рынке извлечения с самым высоким коэффициентом извлечения на сегодняшний день. Это сделало его идеальным для требований к драгоценным камням на шахте Летшенг”.

Установка TOMRA COM XRT 300/FR является первым в серии из трех проектов, которые компания Gem Diamonds планирует осуществить для модернизации своей установки по переработке с добавлением дополнительных сортировщиков TOMRA XRT. Компания также работает над проектом по строительству второй схемы восстановления, которая объединила бы сортировщик TOMRA COM XRT 2.0, находящийся в настоящее время на месте, с новым сортировщиком TOMRA COM и сортировщик COM XRT 300/FR для создания автономного очистного сооружения. За этим последует третий проект, в рамках которого будет рассмотрено внедрение технологии TOMRA XRT на протяжении оставшейся части окончательного восстановления.

TOMRA инвестирует в успех клиента, чем достигает успехов и доверия клиентов. За последние четыре года компания TOMRA успешно внедрила технологию XRT на алмазном руднике Летшенг, где она предоставила эффективные решения на различных этапах процесса, повысив прибыльность и эффективность работы.

Этот успех связан не только с передовыми технологиями, но и с подходом TOMRA к обслуживанию своих клиентов. TOMRA пользуется доверием у клиентов благодаря тому, что для них важно не просто продажа вам оборудования. Например, если оборудование не работает в нужном вам решении или системе, они откажутся от продажи, что свидетельствует о том, что они кровно заинтересованы в успехе вашего бизнеса.

Поддержка, которую TOMRA оказывала на протяжении всех проектов, также отличается только положительными сторонами. Это организация, в которой работают опытные, профессиональные люди. Им нравится то, что они делают, поэтому очень прилежны в своей работе. Технические специалисты на месте много часов уделяют не только настройке оборудования, но и на передачу знаний и доведение оперативного персонала заказчика до необходимого уровня, чтобы, когда они уйдут, была преемственность квалифицированной успешной работы.

В Заключении следует отметить, что данная статья может послужить нашим скромным вкладом в описание проблем экологии и рационального, научно-обоснованного планирования использования природных ресурсов с обязательным учётом сбережения их для обеспечения жизнедеятельности наших последующих поколений.

Нет, уважаемый читатель, это не реклама, авторы преподаватели вуза и никакого не имеют желания заинтересованно восхвалять один из удачных мировых опытов переработки давно созданных гор шлама. Но Россия вошла в мировой рынок и не может оставаться в стороне от новейших достижений техники и технологии. Подобных гор отвалов немало и в нашей стране и мы, как педагоги безопасности жизнедеятельности людей, не можем к этому относиться равнодушно. Тем более, что всё это обобщено и представлено Вашему вниманию по материалам международной выставки в России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы международной экологической выставки в городе Уфа РФ, 2021 год. Челябинца О.И., Арустамов Э.А. Экология — наука всепланетная и общечеловеческая // Отходы и ресурсы, 2021 № 1, <https://resources.today/PDF/07ECOR121.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/07ECOR121.
2. [www.tomra.com/recycling](http://www.tomra.com/recycling) — ссылка на описание производственно-технологического оборудования фирмы TOMRA.
3. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности: Учебник: [Для вузов по экон. и гуманитар.-соц. специальностям / Э.А. Арустамов, А.Е. Волощенко, Г.В. Гуськов, и др.]. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Дашков и Ко, 2003. — 492, [1] с.; 21 см.; ISBN 5947983419.
4. Арустамов, Э.А. Природопользование: учебник для студентов вузов, обучающихся по экон. специальностям / [Э.А. Арустамов (рук. авт. кол.), А.Е. Волощенко, Г.В. Гуськов [и др.]]. — 6. изд., перераб. и доп. — М.: Дашков и К°, 2004 (ПИК ВИНТИ). — 310 с.: ил.; 21 см.; ISBN 5-94798-440-7 (в пер.).
5. Арустамов, Э.А. Экологические основы природопользования: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / Э.А. Арустамов, И.В. Левакова, Н.В. Баркалова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Дашков и К°, 2007. — 318, [1] с.: ил.; 21 см.; ISBN 978-5-91131-552-8 (В пер.).

**Arustamov Ehdvard Aleksandrovich**

Russian University of Cooperation, Mytishchi, Russia  
Moscow State Regional University, Moscow, Russia  
E-mail: [eduard-arustamov@yandex.ru](mailto:eduard-arustamov@yandex.ru)  
RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=262765](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=262765)

**Leonov Vladimir Vladimirovich**

Moscow State Regional University, Moscow, Russia  
E-mail: [leonoff11@rambler.ru](mailto:leonoff11@rambler.ru)

**Pavlov Anatoliy Pavlovich**

Publishing company «World of science», Moscow, Russia  
E-mail: [article@resources.today](mailto:article@resources.today)

**Khomutova Irina Vladimirovna**

Moscow State Regional University, Moscow, Russia  
E-mail: [khomutovairina@ya.ru](mailto:khomutovairina@ya.ru)

## **Technology for increasing the coefficient of diamond recovery from sludge dumps due to innovative recovery**

**Abstract.** In the conditions of the regime of total economy of the earth's wealth and minerals, world production and mining companies strive to use the available resources most efficiently and, often, turn to the once formed dumps and process them to increase the overall efficiency of mines. The article reveals the experience of one of the most successful companies in the world using such technologies and multiplying the final production indicators of many similar other firms.

Currently, projects are being developed to further modernize the mine recovery plant using more sorters. The company has provided an effective solution for large fractions in historical, so-called tailings dumps. The article reveals the successive stages of attempts to find solutions to increase income from the processing of historical material. For this purpose, the task was set to find a compact machine that could be used as a sorter for the final restoration of the technological process. It is clear that each firm will never reveal the entire technological process, but the very formulation of the question and the achievement of high final results is of great scientific interest, especially for Russia, where vast territories are occupied by dumps from former hastily mined mining mines.

**Keywords:** sorting technology; precious diamonds; mines; investments; extractions; mine recovery plant; X-ray radiation; X-ray fluorescence; realization of mine potential; extraction of large ore; sorter; concentrate; modernization of the installation; diamond mine



## REFERENCES

1. Chelyapina O.I., Arustamov E.A. (2021). Ecology — all-planetary and universal science. Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling, [online] 1(8). Available at: <https://resources.today/PDF/07ECOR121.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/07ECOR121.
2. [www.tomra.com/recycling](http://www.tomra.com/recycling) — link to description of TOMRA production and technological equipment.
3. Arustamov, E.A. Life safety: Textbook: [For universities on econ. and humanitarian.-social. Specialties / E.A. Arustamov, A.E. Voloschenko, G.V. Guskov, etc.]. — 6th ed., Rev. and add. — M.: Dashkov and Co, 2003. — 492, [1] p.; 21 cm; ISBN 5947983419.
4. Arustamov, E.A. Nature management: a textbook for university students enrolled in economics. Specialties / [E.A. Arustamov (head of the editorial board), A.E. Voloschenko, G.V. Guskov [and others]]. — 6.ed., Rev. and add. — M.: Dashkov and K°, 2004 (PIK VINITI). — 310 p.: ill.; 21 cm; ISBN 5-94798-440-7 (in translation).
5. Arustamov, E.A. Ecological foundations of nature management: a textbook for students of institutions of secondary vocational education / E.A. Arustamov, I.V. Levakova, N.V. Barkalov. — 5th ed., Rev. and add. — Moscow: Dashkov and K°, 2007. — 318, [1] p.: ill.; 21 cm; ISBN 978-5-91131-552-8 (Per.).