ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2025;(7):184-193
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 550.9 DOI: 10.25018/0236_1493_2025_7_0_184

ПРОБЛЕМАТИКА ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА ИЗ ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.Е. Черняков

АЗДК «Золото Якутии», Москва, Россия, e-mail: info.yazoloto@bk.ru

Аннотация: Рассмотрена проблема правового регулирования извлечения россыпного золота из техногенно-минеральных образований (отвалов) в Российской Федерации. Актуальность темы обусловлена растущим интересом к переработке отходов горной промышленности и необходимости оптимизации законодательства в данной области. Проанализирована существующая нормативно-правовая база, выявлены пробелы и противоречия в правовом регулировании. Также анализируются позиции профессионального и научного сообщества. Дополнительно внимание уделяется вопросам лицензирования, охраны окружающей среды и правам местных сообществ. Предлагаются рекомендации по совершенствованию правового и управленческого механизма, направленного на устойчивое и эффективное использование техногенно-минеральных ресурсов, что может способствовать не только экономическому развитию, но и улучшению экологической ситуации в регионах, в том числе в золотоносных районах Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: техногенно-минеральное образование (ТМО), твердые полезные ископаемые, россыпное золото, законодательное регулирование недропользования, вторичная добыча, участок горного отвода, экономическая мотивация недропользователей.

Для цитирования: *Черняков В. Е.* Проблематика правового регулирования промышленного извлечения россыпного золота из техногенно-минеральных образований в Российской Федерации // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 7. – С. 184–193. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_7_0_184.

Problems of legal regulation of industrial extraction of alluver gold from man-made mineral formations in the Russian Federation

V.E. Chernyakov

AZDK «Gold of Yakutia», Moscow, Russia, e-mail: info.yazoloto@bk.ru

Abstract: The article considers the problem of legal regulation of extraction of alluvial gold from technogenic mineral formations (dumps) in the Russian Federation. The relevance of the topic is due to the growing interest in the processing of mining waste and the need to optimize legislation in this area. The work analyzes the existing regulatory framework, and identifies gaps and contradictions in legal regulation. The positions of the professional and scientific community are also analyzed. Additional attention is paid to licensing, environmental protec-

© В.Е. Черняков. 2025.

tion and the rights of local communities. In conclusion, recommendations are offered for improving the legal and management mechanism aimed at sustainable and efficient use of technogenic mineral resources, which can contribute not only to economic development, but also to improving the environmental situation in the regions, including in the gold-bearing areas of the Republic of Sakha (Yakutia).

Key words: technogenic mineral formation (TMF), solid minerals, placer gold, legislative regulation of subsoil use, secondary mining, mining allotment area, economic motivation of subsoil users.

For citation: Chernyakov V. E. Problems of legal regulation of industrial extraction of alluver gold from man-made mineral formations in the Russian Federation. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2025;(7):184-193. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_7_0_184.

Введение

Проблемы добычи россыпного золота в Российской Федерации становятся особенно актуальными в свете последних изменений в законодательстве, касающихся регулирования освоения техногенно-минеральных образований. Принятый 29 декабря 2022 г. Федеральный закон № 598-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации “О недрах” и статью 2 Федерального закона “Об отходах производства и потребления”» затрагивает ключевые аспекты, влияющие на неопределенный в законодательстве объем понятия, правовой статус техногенно-минеральных образований и порядок их использования для извлечения полезных ископаемых, в том числе россыпного золота, представляющего коммерческий интерес для добывающих предприятий объединения АЗДК «Золото Якутии».

Именно поэтому в данном исследовании мы рассмотрим основные правовые аспекты и коллизии, связанные с процессом извлечения золота из техногенно-минеральных отвалов в Республике Саха (Якутия) и других золотоносных регионах Российской Федерации [1, 2].

Стоит отметить важность промышленной разработки техногенно-минеральных образований (ТМО) для золотопромышленной отрасли в целом. Академик Н.А. Шило подчеркивал [3] перспективность ТМО как источника вторичных ресурсов и важного элемента в обеспечении устойчивого развития горной отрасли. По его мнению, ТМО представляют собой значительный потенциал для восполнения дефицита природных полезных ископаемых и снижения экологического воздействия традиционной добычи. Н.А. Шило считал, что рациональное использование ТМО может способствовать не только экономическому росту, но и улучшению экологической ситуации за счет переработки отходов и уменьшения нагрузки на природные ресурсы. Академик акцентирует внимание на необходимости развития научных исследований и технологических инноваций в этой области, что позволит оптимизировать процессы извлечения и переработки ресурсов, а также повысить экономическую эффективность проектов, связанных с ТМО [3].

Основные изменения, введенные законом 598-ФЗ, касаются отнесения к регулированию правовых норм в Законе РФ «О недрах» предоставления права на пользование такими природными ресурсами без проведения конкурсов и аукционов. Однако право пользования такими недрами дается только на один год, что создает множество правовых и практических проблем.

Председатель Союза старателей России В.И. Таракановский от имени золотопромышленного сообщества высказывает серьезную критику действующего законодательства о техногенно-минеральных образованиях в стране. Он подчеркивает, что отсутствие четкой правовой базы и легального определения ТМО создает массу проблем для горной отрасли. В.И. Таракановский отмечает, что действующие нормы не обеспечивают ясности в вопросах лицензирования, эксплуатации и переработки техногенных ресурсов, что, в свою очередь, затрудняет инвестирование и развитие этого сегмента экономики [4].

По его мнению, текущие законы не способствуют рациональному использованию ТМО и создают преграды для их эффективного управления. Ограничение по срокам пользования техногенно-минеральными образованиями, установленное на один год без проведения конкурсов и аукционов, является особенно проблематичным, поскольку это делает проекты по воспроизводству ресурсов экономически нецелесообразными. В.И. Таракановский говорит о необходимости пересмотра законодательства и внедрения новых подходов, которые позволят более эффективно использовать техногенные ресурсы, а также будут способствовать развитию экологически чистых технологий для их переработки и реабилитации техногенно измененных территорий. Он призывает к разработке комплексной стратегии, которая бы учитывала специфику и потенциал ТМО в России, способствовала улучшению инвестиционного климата и обеспечивала устойчивое развитие отрасли.

На основании вышеизложенной аргументации можно выделить три объединенных проблемных пункта:

1. Отсутствие легального определения техногенно-минерального образования [5, 6]. Одной из ключевых проблем в реализации нового законодательства является отсутствие юридически четкого определения техногенно-минерального образования. Это приводит к правовым неясностям и затрудняет регулирование порядка добычи.

2. Ограниченный срок пользования объектами ТМО [4—6]. Установление ограниченного срока (1 год) для пользования техногенно-минеральными образованиями без аукционов и конкурсов создает неопределенность и риск недостаточных инвестиций со стороны компаний, что может негативно сказаться на эффективности извлечения и переработки золота. В частности, с этим столкнулись и наши специалисты. Финансовый директор объединения «Золото Якутии» С.В. Положевец отметил повышение инвестиционных рисков при разработке ТМО в северных золотоносных районах Республики Саха (Якутия), где из-за особенностей климатических условий извлечение россыпного золота из ТМО представляется крайне затруднительным в 12-месячный срок.

3. Экологические и социальные риски [3, 7]. Интенсивная добыча золота из техногенно-минеральных образований может привести к экологическим последствиям, включая загрязнение водоемов и почвы, ухудшение качества жизни местного населения. Необходим строгий экологический контроль и общественное обсуждение проектов добычи.

Также можно сделать акцент на проблемах с капитализацией горных предприятий и учетом техногенного минерального сырья в качестве актива, повышающего инвестиционную привлекательность компании [8].

Анализ проблем и возможных решений

Для решения указанных проблем необходимы следующие мероприятия.

• Разработка четкого и рабочего определения техногенно-минерального образования, которое упростит правоприменение. Необходимо привлечь экспертов из области юриспруденции и геологии для создания универсальной модели определения и классификации. Мы убеждены, что в данной ситуации необходимо руководствоваться научным понятием, предложенным профессором Пермского университета В.А. Наумовым. Термин «техногенно-минеральные образования» (ТМО) применительно к отвалам отработки месторождений твердых полезных ископаемых более предпочтителен, чем термин «техногенные образования». Он является более широким и не только включает в себя техногенные образования (продукты изменения вещественного состава природных образований), но и соотносит их с основным содержанием — минеральной составляющей. Современные трактовки и использование термина «техногенно-минеральное образование» имеют устоявшийся характер, что отражено во многих публикациях, касающихся техногенных отвалов как продуктов отработки природных месторождений.

ТМО — принципиально новый результат взаимодействия природной среды и технической деятельности человека, представляющий собой часть и проявление нового геологического процесса, связанного с деятельностью человека. ТМО образуется из природных минеральных объектов в результате переработки вещественного состава осадков и пород, приводящей к незначительным изменениям петрографического, минерального и химического состава природных отложений. По своей сути, более 90—99% ТМО не претерпевают изменения вещественного состава и, соответственно, могут рассматриваться как видоизмененные природные минеральные образования в процессе обогащения и переработки первичного вещества. Следовательно, их нельзя идентифицировать в качестве отходов производства, а следует рассматривать как частично измененные и перемещенные природные минеральные образования, которые не исчерпали своего минерального потенциала и могут быть успешно использованы для ведения хозяйственной деятельности, о чем свидетельствует зарубежный опыт Канады, Италии и Казахстана [5, 9]. Вместе с тем, вывод на поверхность ТМО в зону интенсивного воздействия факторов (вода, воздух, биота и др.) приводит к интенсивному гипергенному преобразованию их минерального и химического состава, включая первичные свойства минерального вещества и характеристики окружающей среды. При преобразовании вещества ТМО происходит высвобождение, диспергация частиц полезных компонентов (например, нано-, микрочастиц золота), перевод их в коллоидное состояние, а также укрупнение, управление микро- и макрочастицами, добавками к самородкам (доказано экспериментально на основе Алданских россыпей) [5].

• Продление сроков пользования техногенно-минеральными образованиями как лицензионными объектами недропользования с целью стимулирования инвестиций и реализации долгосрочных проектов добычи. Это позволит компаниям более эффективно планировать свои ресурсы и наращивать объемы добычи. Продление сроков пользования техногенно-минеральными образованиями (ТМО) является важным шагом к стимуляции инвестиций и реализации долгосрочных проектов по добыче и переработке ресурсов, образованных в результате горной деятельности. В условиях, когда традиционные источники полезных ископаемых истощаются и растет интерес к вторичным ресурсам, таким

как ТМО, вопрос продления сроков их использования становится особенно актуальным. Одной из главных проблем, с которой сталкиваются компании, занимающиеся добычей из ТМО, является ограничение по срокам лицензирования, часто установленное на 1 год. Это создает значительные трудности для планирования и осуществления долгосрочных проектов, так как краткосрочные сроки не позволяют инвесторам обеспечить достаточную финансовую отдачу. Для успешной реализации таких проектов необходимо привлекать значительные капитальные вложения, что требует уверенности в долгосрочной стабильности условий эксплуатации. Продление сроков пользования ТМО может способствовать созданию более предсказуемого и стабильного законодательного поля, что, в свою очередь, будет привлекать инвестиции в эту сферу. Долгосрочные лицензии позволят компаниям разрабатывать стратегические планы по добыче и переработке, направленные на долгосрочную и устойчивую эксплуатацию ресурсов, а также реализацию проектов безопасности и экологической реабилитации. Кроме того, увеличение сроков пользования ТМО позволит горнодобывающим компаниям более эффективно планировать свои операции, а для многих предприятий и продлить срок их эксплуатации. Это может помочь улучшить методы переработки, внедрять новые технологии и реализовывать экологически чистые подходы к использованию техногенных ресурсов, в том числе с учетом комплексной переработки попутных компонентов, не ограничиваясь золотом. Специализированные научные исследования золотоносных фаз, направленные на изучение благоприятных условий для управления свойствами среды с целью укрупнения частиц золота в техногенных осадках, необходимо обосновать и отдать предпочтение перспективным участкам недр для такого «выращивания золота». С точки зрения экологии, это также даст возможность проводить качественное восстановление затронутых территорий и биосистем и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. В итоге продление сроков пользования техногенно-минеральными образованиями может стать ключевым фактором для активизации инвестиций в сектор, повысить привлекательность проектов, способствовать устойчивому социально-экономическому развитию территорий и развитию отрасли в целом [1, 5, 8, 10].

- Формирование экологических норм и стандартов для добычи золота из техногенно-минеральных образований. Включение общества в процесс принятия решений через общественные слушания и консалтинговые группы поможет сбалансировать интересы бизнеса и местных жителей [11].

Будущие направления развития

С точки зрения дальнейших направлений можно выделить следующие приоритеты:

- проведение комплексных исследований, направленных на оценку и переоценку ресурсов техногенно-минеральных образований (с учетом их комплексной глубокой переработки с рентабельным извлечением всех доступных попутных компонентов) и их воздействия на окружающую среду [5];
- изучение благоприятных условий управления свойствами среды для укрупнения частиц золота в техногенных осадках [5];
- разработка стратегий по экоремедиации и восстановлению территорий, затронутых добычей [3];
- создание информационных баз данных по техногенно-минеральным образованиям, что позволит существенно улучшить как легальное регулирование,

так и доступ к информации для заинтересованных сторон [10].

Также стоит доктринально закрепить следующие положения:

1. ТМО — не отходы производства, а частично измененные и перемещенные природные минеральные образования, природный минеральный потенциал которых использован не в полной мере, потенциальные хозяйственные объекты, имеющие потребительскую стоимость [5].

2. Определение потребительской стоимости ТМО и направления их дальнейшего использования — задача и обязанность субъектов хозяйственной деятельности, перерабатывающих природные минеральные образования. Потенциальные направления использования ТМО должны быть реализуемы на стадии геологического изучения недр и отражены в проектах освоения и использования техногенных минеральных образований. Основной путь реализации — разработка технологии переработки, технических условий, управления составом, создание новых характеристик минеральных образований и направлений их дальнейшего использования.

3. Предприятия, реализующие материалы техногенно-минеральных образований, после специальной оценки техногенно-минеральных ресурсов должны иметь налоговые и иные преференции при ведении хозяйственной деятельности [8].

Таким образом, правовое регулирование извлечения россыпного золота из техногенно-минеральных образований в России требует всестороннего анализа и пересмотра для учета современных вызовов и обеспечения устойчивого развития сектора.

Заключение

Данное направление остается на стыке экономики, горного дела, геологии, права и экологии, что требует комплексного подхода и интеграции различных точек зрения и экспертиз. Безусловно, дальнейшие изменения законодательства должны быть направлены на создание сбалансированной системы, способствующей как обеспечению выгоды для бизнеса, так и охране интересов общества и окружающей среды.

Мы предлагаем выработать мотивированное предложение для внесения поправок в Федеральное законодательство совместными усилиями руководителей добывающих и обогатительных предприятий, ученых, а также общественных организаций при участии депутата и члена Комитета по законодательству и госстроительству Государственной думы ФС РФ А.Е. Глазковой, профессора кафедры поисков и разведки полезных ископаемых Пермского университета и руководителя исследовательской группы д.г-м.н. В.А. Наумова, Председателя совета Союза старателей России В.И. Таракановского, Председателя Союза золотопромышленников Якутии М.Л. Брука, Исполнительного директора Ассоциации «Горнопромышленники России» и члена бюро Высшего горного совета А.Ю. Никитина и других заинтересованных лиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Игнатьев Д. А.* Правовой режим обращения с отходами, образующимися при пользовании недрами // Пробелы в российском законодательстве. Юридический журнал. — 2020. — Т. 13. — № 3. — С. 96—106.

2. *Годовой* технический отчет группы компании АЗДК «Золото Якутии».

3. *Шило Н. А.* Основы учений о россыпях. — М.: Наука, 1985. — 400 с.

4. *Таракановский В. И.* Резолюция Совета Союза старателей России по ФЗ-598 от 2024 г. / Золото и технологии–2024. URL: [https://zolteh.ru/news/opublikovan_otchetnyy_doklad_soyuza_starateley_rossii/].

5. *Наумов В. А.*, *Лунев Б. С.*, *Наумова О. Б.* Техногенные месторождения — резерв минеральной базы России // Вестник Пермского университета. Геология. — 2011.

6. *Сидоркин А. И.*, *Сидоркина Н. А.* Техногенные месторождения в Российской Федерации: проблемы законодательного регулирования и судебной практики / Аграрное и земельное право. — М., 2016.

7. *Россман Г. И.*, *Пикалова В. С.*, *Королева Н. Л.* Проблема эколого-экономической оценки ущерба здоровью населения при составлении ТЭО кондиций и проектов освоения месторождений минерального сырья // Разведка и охрана недр. — 2015. — № 11. — С. 52—58.

8. *Черняков В. Е.* Перспективы модернизации и восстановления добычи россыпного золота на Куларском месторождении АЗДК «Золото Якутии» // Недропользование XXI век. — 2024. — № 5-6 (105). — С. 115—118.

9. *Наумов В. А.*, *Фиоруччи А.*, *Голдырев В. В.*, *Брюхов В. Н.*, *Фетисов В. В.* Научные основы управления геологическими процессами в техногенно-минеральных образованиях // Международный научно-исследовательский журнал. — 2018. — № 9 (75). DOI: 10.23670/IRJ.2018.75.9.016.

10. *Лобов Н. М.*, *Лебедева О. Ю.*, *Маринина О. А.*, *Васильев Ю. Н.*, *Медведев В. А.*, *Невская М. А.*, *Николайчук Л. А.*, *Дмитриева Д. М.*, *Синьков Л. С.*, *Лебедева О. Ю.* Актуальные вопросы развития минерально-сырьевого комплекса России: состояние рынков, энергетическая безопасность, рациональное недропользование, нормативно-правовое обеспечение, методы оценки рисков, системы управления // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № S8. — 80 с.

11. *Комарова С. Г.*, *Иванова Ю. Н.* Нормативная база экологической стандартизации // Успехи в химии и химической технологии. — 2015. — Т. 29. — № 2. — С. 23—24. ГИАБ

REFERENCES

1. Ignatiev D. A. Legal regime for waste management formed during the use of subsoil. *Gaps in Russian legislation. Legal journal.* 2020, vol. 13, no. 3, pp. 96—106. [In Russ].

2. *Godovoy tekhnicheskiy otchet gruppy kompanii AZDK «Zoloto Yakutii»* [Annual technical report of the AZDK «Gold of Yakutia» group of companies]. [In Russ].

3. Shilo N. A. *Osnovy ucheniy o rossypyakh* [Fundamentals of the doctrine of placers], Moscow, Nauka, 1985, 400 p.

4. Tarakanovsky V. I. Resolution of the Council of the Union of Prospectors of Russia under Federal Law 598 of 2024. *Zoloto i tekhnologii–2024* [Gold and Technology–2024]. [In Russ]. available at: https://zolteh.ru/news/opublikovan_otchetnyy_doklad_soyuza_starateley_rossii/.

5. Naumov V. A., Lunev B. S., Naumova O. B. Technogenic deposits — reserve of mineral base of Russia. *Bulletin of Perm University. Geology*. 2011. [In Russ].

6. Sidorkin A. I., Sidorkina N. A. Man-made deposits in the Russian Federation: problems of legislative regulation and judicial practice. *Agrarnoe i zemel'noe pravo* [Agrarian and land law], Moscow, 2016.

7. Rossman G. I., Pikalova V. S., Koroleva N. L. The problem of ecological and economic assessment of the impact on public health when drawing up T30 conditions and developing mineral deposit projects. *Prospect and protection of mineral resources.* 2015, no. 11, pp. 52—58. [In Russ].

8. Chernyakov V. E. Prospects for growth and restoration of placer gold mining at the Kularskoye deposit of the AZDK «Gold of Yakutia». *Nedropolzovanie XXI vek*. 2024, no. 5-6 (105), pp. 115—118. [In Russ].

9. Naumov V. A., Fiorucci A., Goldyrev V. V., Bryukhov V. N., Fetisov V. V. Scientific foundations of managing geological processes in technogenic-mineral formations. *International Research Journal.* 2018, no. 9 (75). [In Russ]. DOI: 10.23670/IRJ.2018.75.9.016.

10. Lobov N. M., Lebedeva O. Yu., Marinina O. A., Vasiliev Yu. N., Medvedev V. A., Nevskaya M. A., Nikolaychuk L. A., Dmitrieva D. M., Sinkov L. S., Lebedeva O. Yu. Current issues of development of the mineral resource complex of Russia: state of markets, energy security, rational subsoil use, legal framework, risk assessment methods, management systems. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2015, no. S8, 80 p. [In Russ].

11. Komarova S. G., Ivanova Yu. N. Regulatory basis of other standardization. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*. 2015, vol. 29, no. 2, pp. 23—24. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

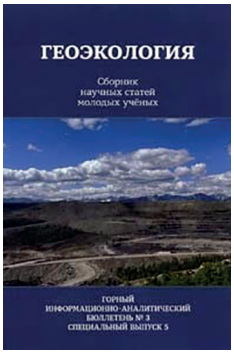
Черняков Валентин Евгеньевич — исследователь,
генеральный директор объединения АЗДК «Золото Якутии»,
соавтор научного доклада на Международном научном
симпозиуме «Неделя горняка МИСИС» 2025 г.,
e-mail: info.yazoloto@bk.ru, ORCID ID: 0009-0000-6074-0156,
Research ID: JVO-9017-2024.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

V.E. Chernyakov, Researcher, General Director,
Association AZDK «Gold of Yakutia»,
129515, Moscow, Russia; co-author of the scientific report
at the International Scientific Symposium «Miner's Week MISIS» 2025,
e-mail: info.yazoloto@bk.ru, ORCID ID: 0009-0000-6074-0156,
Research ID: JVO-9017-2024.

Получена редакцией 19.03.2025; принята к печати 10.06.2025.
Received by the editors 19.03.2025; accepted for printing 10.06.2025.

НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



Коллектив авторов
Геоэкология. Сборник научных статей молодых учёных:
Горный информационно-аналитический бюллетень
(научно-технический журнал). — 2025. — № 3 (специальный выпуск 5)
Страниц: 100
Тематика посвящена широкому кругу актуальных проблем в области управления отходами добычи минерального сырья и его переработки, оценки безопасности добываемых углей в части содержания в них потенциально-опасных элементов и рисков самовозгорания, разработки метрологического обеспечения для контроля измерений показателей безопасности углей и отходов, а также перспективным технологиям улавливания парниковых газов.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ СПИРАЛЬНО-КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПРИВОДОВ ГОРНЫХ МАШИН НА СТАНКАХ С ЧПУ

(2025, № 5, СВ 6, 20 с.)

Фам Куок Хоанг[1] — канд. техн. наук, e-mail: phqhoang@gmail.vn,
Динь Хоанг Тьюй[1] — аспирант,
Мнацаканян Виктория Умедовна — докт. техн. наук, профессор, НИТУ МИСИС, e-mail: artvik@bk.ru,
[1] Технический университет имени Ле Куи Дона, Ханой, Вьетнам.

Представлены результаты исследования влияния параметров обработки на погрешность формы, шероховатость поверхности и время обработки при формообразовании спиральных конических зубчатых колес Gleason на станке с ЧПУ модели Klingelnberg C27. Для решения задач оптимизации параметров обработки использовалась матрица планирования экспериментов Бокса-Бенкена, программное обеспечение Minitab, при помощи которых были получены адекватные квадратичные уравнения регрессии, определяющие количественную связь между качеством и производительностью обработки колеса и технологическими параметрами обработки — глубиной чернового резания (ST1), скоростью чистового резания (VT2) и глубиной чистового резания (ST2). Результаты исследования показывают, что параметр VT2 является доминирующим фактором, который оказывает существенное влияние на изменение погрешности формы (VT2 — 76,83%) и шероховатости поверхности (VT2 — 71,73%). При оптимальных параметрах (ST1 = 0,079 мм, VT2 = 307 м/мин, ST2 = 0,026 мм) погрешность формообразования составила 7,933 мкм (класс 6, DIN 3965), шероховатость поверхности — 0,6243 мкм (класс 8), а время обработки составило 196 с, т.е. уменьшилось на 28,73%. Выполненные эксперименты подтвердили высокую точность полученных регрессионных моделей, что обеспечивает надежную основу для прогнозирования качества и эффективности производства спирально-конических зубчатых колес.

Ключевые слова: спиральная коническая передача, станок с ЧПУ, параметры обработки, погрешность формы, шероховатость поверхности, уравнения регрессии, оптимизация, план Бокса-Бенкена.

IMPROVING THE QUALITY AND PRODUCTIVITY OF MACHINING SPIRAL BEVEL GEARS OF MINING MACHINERY DRIVES ON CNC MACHINES

Pham Quoc Hoang[1], Cand. Sci. (Eng.), e-mail: phqhoang@gmail.vn,
Dinh Hoang Thuy[1], Graduate Student,
V.U. Mnatsakanyan, Dr. Sci. (Eng.), Professor, NUST MISIS, 119049, Moscow, Russia, e-mail: artvik@bk.ru,
[1] Le Quy Don Technical University, Hanoi, Vietnam.

This study investigates the effects of machining parameters on form error, surface roughness, and machining time during the production of Gleason spiral bevel gears on a Klingelnberg C27 CNC generating machine. To solve the problems of optimizing processing parameters, the Box-Behnken experiment planning matrix and Minitab software were used, which were used to obtain adequate quadratic regression equations that quantify the relationship between the quality and productivity of wheel machining and the processing parameters - rough cutting depth (ST1), finishing speed (VT2) and finishing depth (ST2). Results indicate that VT2 is the dominant factor, contributing 76.83% to form error and 71.73% to surface roughness. Optimal parameters (ST1 = 0.079 mm, VT2 = 307 m/min, ST2 = 0.026 mm) achieved a form error of 7.933 μm (Grade 6, DIN 3965), surface roughness of 0.6243 μm (Grade 8), and a machining time of 196 seconds, reducing machining time by 28.73%. The experiments performed have confirmed the high accuracy of the regression models obtained, which provides a reliable basis for predicting the quality and efficiency of production of spiral bevel gears.

Key words: Spiral bevel gear, CNC generating machine, machining parameters, form error, surface roughness, regression models, optimization, Box-Behnken design.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ВОДОПРОВОДИМОСТИ ТРЕЩИН В МАССИВЕ СКАЛЬНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

(2025, № 5, СВ 7, 20 с.)

Чумаков Андрей Александрович — аспирант, НИТУ МИСИС, e-mail: chumakov.4n@yandex.ru,
ORCID ID: 0009-0006-3697-3527.

Приведены результаты исследований по определению типа водопроводимости трещин в массиве скальных пород на основе ультразвуковых измерений. Изготовлена лабораторная установка, позволяющая фиксировать образец керна горной породы с возможностью изменять раскрытие трещины и проводить ультразвуковое прозвучивание. Результаты показали, что границей раскрытия капиллярных трещин является раскрытие равное 150 мкм. Подобраны параметры аппроксимирующей спектр ультразвуковой волны, пройденной через водозаполненную трещину капиллярного раскрытия, функции нижних частот Баттерворта для возможности выделения таких трещин в горной породе и определения их раскрытия. Результаты показали, что наиболее чувствительным параметром является порядок функции. При прохождении через водозаполненную трещину он падает более чем в два раз по сравнению с прохождением через ненарушенный образец. Установлена линейная связь между раскрытием трещины и порядком функции. Результаты компьютерного моделирования ультразвукового каротажа показали возможность выделения таких трещин в массиве горных пород по падению амплитуд частот при прохождении через водозаполненные трещины.

Ключевые слова: ультразвук, контроль, трещиноватость, массив горных пород, раскрытие трещины, функция Баттерворта, капиллярное раскрытие, спектр ультразвуковой волны.

DETERMINATION OF FRACTURE PERMEABILITY TYPE IN ROCK MASS BASED ON ULTRASONIC MEASUREMENTS

A. A. Chumakov, Graduate Student, NUST MISIS, 119049, Moscow, Russia, e-mail: chumakov.4n@yandex.ru,
ORCID ID: 0009-0006-3697-3527.

The paper presents research results on determining the type of fracture permeability in rock mass based on ultrasonic measurements. A laboratory setup has been developed, enabling the fixation of a rock core sample with the capability to vary fracture aperture and perform ultrasonic testing. The findings indicate that the threshold aperture for capillary fractures is 150 micrometers. Parameters of the Butterworth low-pass filter function have been selected to approximate the spectrum of ultrasonic waves transmitted through water-filled capillary fractures, allowing for the identification of such fractures in rock and determination of their aperture. The results demonstrate that the most sensitive parameter is the order of the function, which decreases by more than two times when passing through a water-filled fracture compared to an intact sample. A linear relationship has been established between fracture aperture and the order of the function. Computer modeling of ultrasonic logging has shown the possibility of identifying such fractures in rock mass by the amplitude reduction of frequencies during transmission through water-filled fractures.

Key words: Ultrasonic, monitoring, fracturing, rock mass, fracture opening, Butterworth function, capillary opening, ultrasonic wave spectrum.