

Инжиниринговые решения для развития труднодоступных регионов России

А.С. Ракипов, руководитель по инжинирингу комплексных проектов АО «Север Минералс»

Горнодобывающая отрасль как драйвер развития удаленных регионов

Существенная доля стратегических запасов твердых полезных ископаемых, обеспечивающих национальные интересы, сосредоточена в труднодоступных регионах Российской Федерации [4, 5]. Поэтому горнодобывающая отрасль часто становится основой для создания опорных зон, развития транспортной и энергетической инфраструктуры, обеспечивает рабочие места и привлечение инвестиций, являясь не только источником прибыли, но и движущей силой создания кластеров, которые способствуют развитию удаленных регионов России и обеспечивают его устойчивость в долгосрочной перспективе. Таким образом, развитие труднодоступных регионов, включая Арктическую зону, с опорой на недра и их богатство представляет собой стратегический вектор развития страны [2].

Тренды развития труднодоступных регионов на примере АЗРФ

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) – это один из самых труднодоступных регионов страны, некоторыми из основных трендов развития которого являются [3]:

- геополитическое значение. Из-за своего стратегического положения Арктика является объектом внимания многих стран;
- огромные запасы природных ресурсов, добыча и переработка которых должна вестись с применением современных технологий и методов;
- развитие инфраструктуры. Для освоения большей части АЗРФ отсутствует базовая логистическая и энергетическая инфраструктура;
- экологическая безопасность. Меры по охране природы и биоразнообразия играют ключевую роль в сохранении уникальной природы региона.

Актуальность вопроса освоения малых месторождений полезных ископаемых в труднодоступных регионах

Значительная часть запасов полезных ископаемых в труднодоступных регионах относится к малым месторождениям [4], разработка которых с применением традиционного подхода затруднена, в том числе из-за отсутствия базовой инфраструктуры, создание которой – крайне длительный и затратный процесс, приводящий к попаданию малых месторождений в нераспределенный фонд недр.

Освоение малых месторождений полезных ископаемых в труднодоступных регионах Российской Федерации сопряжено с рядом сложностей, которые затрудняют процессы горного производства. Некоторые из основных проблем включают в себя [3]:

- логистику. Неразвитость транспортной инфраструктуры накладывает ограничения на логистику, в том числе на

Инжиниринговые решения для развития труднодоступных регионов России

А.С. Ракипов, руководитель по инжинирингу комплексных проектов АО «Север Минералс», Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: physic26@yandex.ru

Аннотация: В статье исследовано значение инжиниринговых решений для развития труднодоступных регионов России. Рассмотрен вопрос актуальности освоения малых месторождений полезных ископаемых в условиях труднодоступных регионов и возможность его решения через применение модульных обогатительных фабрик.

Ключевые слова: инжиниринг, развитие регионов, модульные фабрики

Engineering solutions to develop hard-to-reach regions of the Russian Federation

Rakipov A.S., Head of Engineering for complex projects, Sever Minerals JSC, St. Petersburg, Russian Federation, e-mail: physic26@yandex.ru

Abstract: The article explores the importance of engineering solutions for the development of hard-to-reach regions of Russia. The relevance of developing small-size mineral deposits in hard-to-reach regions and the possibility of achieving this using modular processing plants is considered.

Keywords: engineering, regional development, modular plants

габариты и объем перевозимых грузов. Кроме того, присутствует целый ряд ограничений, связанных с сезонностью навигации;

- экстремальные климатические условия. Большая часть труднодоступных регионов России характеризуется суровым климатом с низкими температурами, сильными ветрами и другими экстремальными условиями. Это создает сложности для обеспечения безопасности работников и непрерывности производства, существенно сокращает период выполнения общестроительных работ;

- социальные аспекты. Освоение малых месторождений в труднодоступных регионах осложняется кадровым дефицитом и низкой плотностью населения.

В совокупности это приводит к экономической неэффективности инвестирования в освоение малых месторождений [6], при этом вопрос их освоения является крайне актуальным с учетом многообразия вызовов, стоящих перед страной, и потенциала, который может быть реализован при правильном подходе к развитию. Именно малые месторождения способны внести существенный вклад в развитие труднодоступных регионов за счет быстрого привлечения инвестиций. Для этого жизненно необходима разработка решений, позволяющих осуществлять эффективную разработку малых месторождений в условиях минимальной инфраструктуры.

Модульные решения для освоения малых месторождений в труднодоступных регионах

Одним из возможных решений, учитывающих специфику задачи освоения малых месторождений, может стать применение модульных решений, в создании которых ключевую роль играет инжиниринг, включающий в себя их разработку, проектирование и внедрение.

Модульные обогатительные фабрики, представляющие собой технические устройства быстровозводимого типа различных конфигураций и исполнения, имеют широкое общемировое распространение, особенно в области обогащения золота и иных драгоценных металлов. Конструированием подобных устройств для применения в различных широтах и климатических зонах занимались и занимаются множество инжиниринговых компаний – от корпораций до локальных производителей и поставщиков оборудования.

В зависимости от региональных особенностей решения существенно отличаются по масштабу, уровню техники и технологии, автоматизации [8, 9] и др.

При рассмотрении вопроса применимости модульных решений в контексте освоения малых месторождений стоит выделить следующие критерии, соответствие которым позволяет считать решение модульным:

- высокая степень готовности и минимальный срок монтажа;
- минимальный необходимый объем подготовительных работ на участке;
- масштабируемость, гибкость и мобильность. Быстрота адаптации/реконфигурации к изменяющимся условиям на месторождении, компактность и простота доставки;
- высокая степень автоматизации, простота эксплуатации;
- энергоэффективность: оптимизированное использование ресурсов;
- минимизация воздействия на окружающую среду. Учет экологических аспектов, включая снижение выбросов и повышение энергоэффективности;
- безопасность и надежность: решения обеспечивают высокий уровень безопасности и надежности производственных процессов, модули конфигурируются только из стандартизированного и сертифицированного оборудования. Это особенно важно в условиях труднодоступных регионов, где доступ к ресурсам и помощи могут быть ограничены.

Сокращение сроков подготовительных и строительно-монтажных работ при освоении малых месторождений, в идеальном случае до полного отсутствия таковых, подразумевает, что модульная фабрика и ее составные части должны представлять собой изделие заводской готовности, которое на месте подвергается только крупноузловой сборке и подключению к инженерным системам.

Соответственно каждый модуль конструируется с учетом транспортных габаритов и должен иметь в своем составе устройства, позволяющие осуществить его быстрое сопряжение со смежными модулями, а также установку на подготовленное основание без возведения монолитных фундаментов за счет системы равномерного распределения нагрузки на грунты основания.

Север Минералс имеет в своем портфеле ряд концептуальных проработок модульных решений, полностью соответствующих обозначенным критериям, направленных на переработку различных типов руд и сырья: от россыпного, коренного золота, угля, железа и до техногенных месторождений, в том числе золошлакоотвалов.

В качестве одного из примеров подобных решений можно рассмотреть концепцию модульной золотоизвлекательной фабрики АО «Север Минералс» для извлечения гравитируемого золота из руд коренных месторождений.

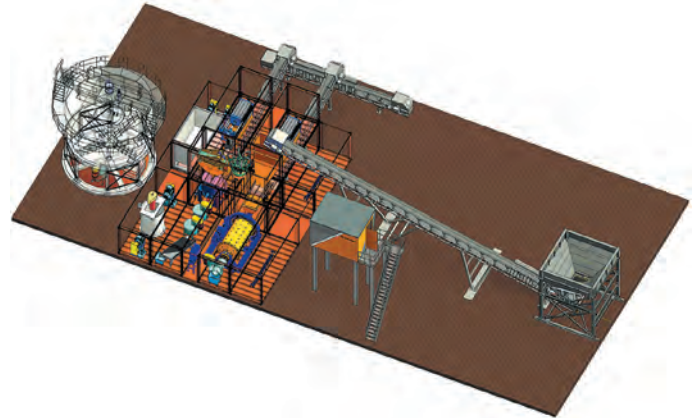


Рис. 1 Общий вид модульной ЗИФ

Таблица 1 Основные характеристики модульной ЗИФ

Параметр	Значение
Производительность по руде	До 20 т/ч в зависимости от свойств руды
Извлечение золота	В зависимости от свойств руды
Температурный диапазон эксплуатации	От -45 до +45
Режим работы	Сезонный/круглогодичный, круглосуточный
Мобильность/возможность перевозки установки	Да. Обслуживание автокраном
Водоснабжение	Замкнутый водооборот ~100 м³/ч
Энергопотребление	~1,5 МВт в зависимости от свойств руды и комплектации
Система автоматизированного управления процессом	Полная автоматизация
Занимаемая площадь (без учета ДСК)	285 м²
Количество контейнеров	От 7 единиц (в зависимости от комплектации)
Тип контейнеров	20" High Cube, с отделяемыми стенками, утепленные/не-утепленные, комплектно с инженерными системами
Вспомогательные модули и системы (опционально)	Энергетическое обеспечение (ДЭС, КТП, компрессорные)
	Водообеспечение и водоподготовка (станции забора и ХВП)
	Административно-бытовые модули
	Мобильные/полумобильные ДСК

Представленная простейшая ЗИФ имеет целый ряд областей применения, начиная от проведения геологоразведочных работ с переработкой валовых проб руды и заканчивая нулевым циклом освоения крупных месторождений, в котором за счет применения подобного решения существенно сокращаются сроки получения первого металла, а соответственно, окупаемости проекта.

Открывающиеся возможности и перспективы развития инженерных решений в преодолении проблем труднодоступных регионов через модульные технологии

В России модульные решения начали активно разрабатываться и внедряться с начала 90-х годов прошлого века [7]. Однако после адаптации к законодательным нормам они утрачивают существенные критерии модульности, превращаются в полноценные объекты капитального строительства, со всеми вытекающими из этого сложностями. Можно сказать, что сейчас в России отсутствуют модульные фабрики, полностью соответствующие обозначенным критериям. При этом актуальность модульных решений в условиях малых месторождений в труднодоступных регионах сложно переоценить, а положительный опыт их применения, представленный общемировой практикой, нельзя игнорировать. Если с технической стороны концепции подобных фабрик реализуемы, то с правовой точки зрения возникает сложность при ответе на вопрос «Что же такое модульная фабрика: техническое устройство или объект капитального строительства?» С точки зрения Градостроительного кодекса любой объект, на котором ведутся работы по обогащению полезных ископаемых, является особо опасным и технически сложным, вне зависимости от признаков его капитальности, соответственно, он должен иметь проектную документацию и положительное заключение экспертизы, без которого не может строиться и вводиться в эксплуатацию [1]. При этом, если рассматривать каждый модуль как техническое устройство в составе такого объекта, то в рамках ЕСКД нет единых норм, стандартов и требований, в соответствии с которыми данный модуль мог бы быть сконструирован, а безопасность его конфигурации обоснована и обеспечена.

Соответственно, эффективного внедрения модульных решений в горно-обогатительной отрасли без совершенствования профильного законодательства и разработки профильных стандартов ждать не приходится.

Важно отметить, что инженерные решения на основе модульных технологий играют значительную роль в преодолении проблем труднодоступных регионов, где условия строительства и эксплуатации объектов могут быть особенно сложными. Модульные устройства позволяют значитель-

но упростить и ускорить процесс развертывания производств с минимальными требованиями к инфраструктуре в удаленных и труднодоступных местах, обеспечивая эффективное решение множества задач.

Одним из ключевых преимуществ модульных технологий является их высокая мобильность и гибкость. Благодаря возможности собирать и транспортировать модули на удаленные территории реализация проектов становится более эффективной и экономически целесообразной. Модульные конструкции могут быть легко адаптированы к специфическим условиям местности, что позволяет обеспечить оптимальное использование ресурсов и максимально эффективное функционирование объектов.

Применение модульных технологий также способствует сокращению сроков строительства и уменьшению воздействия на окружающую среду. Меньшее количество строительных отходов, оптимизированный процесс монтажа и улучшенная энергоэффективность – это лишь несколько примеров того, как модульные решения способствуют устойчивому и сбалансированному развитию в труднодоступных регионах.

Сочетание модульных решений с инновационными подходами к снабжению энергией также открывает широкие возможности для оптимизации энергетических процессов на горнодобывающих предприятиях. Применение эффективных систем энергоснабжения энергосбережения и управления потреблением энергии позволяет снизить не только зависимость от традиционных способов энергоснабжения горного производства, но и экологическое воздействие производства на окружающую среду, что создает новые возможности для повышения эффективности производственных процессов, снижения экологического воздействия и обеспечения устойчивости деятельности предприятий в условиях быстро меняющегося рынка и растущих требований к безопасности.

Таким образом, инновационные инженерные разработки на основе модульных технологий представляют собой мощный инструмент для преодоления проблем труднодоступных регионов, обеспечивая эффективное использование ресурсов и устойчивое развитие экономики этих территорий.

Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2024).
2. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033> (дата обращения: 20.05.2024).
3. Экономика современной Арктики: в основе успешности эффективное взаимодействие и управление интегральными рисками: монография / Под научной редакцией В.А. Крюкова, Т.П. Скуфыиной, Е.А. Корчак. Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2020. 245 с.
4. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Арктической зоны РФ на 15.03.2021 г. – ВСЕГЕИ – URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202104/45bb8bcc7b844220954744c0149a86f4.pdf> (дата обращения: 20.05.2024)
5. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году – URL: vims-geo.ru/documents/714/Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf (дата обращения: 20.05.2024)
6. Готов В.В. Экономическая оценка мелких месторождений твердых полезных ископаемых // Вестник ЗабГУ. 2011. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-otsenka-melkih-mestorozhdeniy-tverdyh-poleznyh-iskopaemykh> (дата обращения: 06.06.2024).
7. Федотов К.В. Практика освоения мелких и средних коренных месторождений золота модульными фабриками / К.В. Федотов, А.А. Потемкин, В.И. Белобородов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2003. – Спец. вып. – С. 4-15.
8. DOVE EQUIPMENT AND MACHINERY URL: <https://dovemining.com/> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. FLSmidth URL: <https://www.flsmidth.com/en-gb/ru/solutions/> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.