

На правах рукописи

ЛАПШИН Николай Сергеевич



**ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ
ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

*Специальность 05.02.22 – Организация производства
(в горной промышленности)*

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург - 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Фомин Сергей Игоревич

Официальные оппоненты:

Гавришев Сергей Евгеньевич

доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», кафедра «Разработки месторождений полезных ископаемых», заведующий кафедрой

Хажиев Вадим Аслямович

кандидат технических наук, общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства», лаборатория эффективной эксплуатации оборудования, заведующий лабораторией

Ведущая организация – общество с ограниченной ответственностью «СПб-Гипрошахт»

Защита диссертации состоится 17 декабря 2020 года в 15 ч 00 мин на заседании диссертационного совета ГУ 212.224.09 Горного университета по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, В.О., 21-я линия, д. 2, ауд. № 1163.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 17 октября 2020 года.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



КОВАЛЬСКИЙ
Евгений Ростиславович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. Реализация федеральных программ дорожного и промышленно-гражданского развития, реализация национальных проектов в области строительства, таких как «Безопасные и качественные автомобильные дороги», «Доступное и комфортное жилье» вызвали в последние годы увеличение потребности в добыче и переработке щебня, гравия и песка.

Вопросами и проблемами организации производства на карьерах нерудных строительных материалов (НСМ) занимались такие известные исследователи как М.И. Агошков, А.И. Арсентьев, Ю.Д. Буянов, С.Е. Гавришев, Ю.Г. Карасев, В.В. Квитка, Ю.Е. Капутин, В.С. Коваленко, Н.А. Малышева, В.В. Ржевский, О.Н. Салманов, К.Н. Трубецкой, С.И. Фомин, О.В. Шпанский, Б.П. Юматов и ряд других.

Вместе с тем вопросы развития организационно-технических методов разработки песчано-гравийных месторождений (ПГМ) с применением мобильных дробильно-сортировочных комплексов (МДСК) не получили должного развития в связи с относительно недавним временем появления таких комплексов (1990-е годы). Традиционными для отработки месторождений песчано-гравийной смеси (ПГС) считаются стационарные комплексы, применение которых подразумевает наличие сравнительно больших запасов полезного ископаемого для обеспечения возможности окупить вложенные в разработку средства. Использование же мобильных дробильно-сортировочных комплексов позволяет отрабатывать практически сколь угодно малые месторождения с достаточным экономическим эффектом.

Для эффективной отработки месторождений ПГС с использованием МДСК необходимо разработать организационно-технологические методы отработки таких месторождений, определить степень влияния на производительность предприятий по разработке месторождений ПГС параметров системы разработки, а также различных факторов – геологических, горнотехнических и организационных, провести обоснование области применения технологи-

ческих комплексов карьеров по добыче ПГС с использованием МДСК.

Традиционная отработка месторождений ПГС с последующей переработкой на стационарных дробильно-сортировочных комплексах предполагает транспортирование всего объема полезного ископаемого на промышленную площадку предприятия, располагаемую в большинстве случаев на борту карьера. При переработке ПГС с низким содержанием гравия и валунов завод работает с низкой производительностью, грохоты и транспортные коммуникации завода при этом значительно перегружены. Образовавшийся в процессе переработки некондиционный или нереализованный песок транспортируется в отвалы. При этом предприятие несет значительные расходы, связанные с перемещением всего объема песчано-гравийной смеси на переработку, а затем для размещения в отвалах нереализуемой части.

Результаты анализа традиционных технологий разработки и переработки песчано-гравийных месторождений позволяют сделать вывод, что отсутствие промежуточного склада сырья обуславливает жесткую взаимосвязь их функционирования во времени, при которой простои одного из звеньев технологической цепочки влияют на всю цепочку «карьер – дробильно-сортировочный завод (ДСЗ)». Склады должны служить не только для повышения использования во времени технологического комплекса карьер-ДСЗ, но и для усреднения качественных показателей готовой продукции.

Таким образом, обоснование организационно-технических методов ведения горных работ на карьерах по производству ПГС с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов, обеспечивающих повышение экономической эффективности управления технико-экономическими показателями, является актуальной научно-практической задачей.

Цель работы. Обоснование и разработка организационно-технических методов открытой разработки песчано-гравийных месторождений с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов, обеспечивающих повышение эффективности и обоснованности принимаемых технических решений.

Идея работы. Организация горных работ карьеров песчано-гравийной смеси должна базироваться на разработанных методах управления основными технико-экономическими показателями с учетом горнотехнических и горно-геологических особенностей открытой разработки песчано-гравийных месторождений, комплектации и расположения мобильных дробильно-сортировочных комплексов, обеспечивающих повышение эффективности и обоснованности принимаемых технических решений.

Основные задачи исследований:

1. Анализ современных тенденций в развитии рынка ПГС.
2. Анализ проблем организации горных работ при разработке месторождений ПГС.
3. Анализ организационно-технических методов разработки месторождений ПГС в современных условиях.
4. Анализ эксплуатационных затрат при разработке месторождений ПГС.
5. Обоснование и разработка метода прогнозирования технико-экономических показателей разработки месторождений ПГС.
6. Разработка рациональных схем организации горных работ при отработке месторождений ПГС.
7. Разработка классификации технологических комплексов переработки песчано-гравийной смеси с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов.
8. Определение производительности горнотехнической системы экскаватор-мобильный агрегат переработки ПГС.
9. Определение оптимальной организационно-технической схемы отработки конкретного месторождения с применением МДСК.

Научная новизна:

1. Разработана классификация технологических комплексов переработки песчано-гравийной смеси с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов.
2. Установлена аналитическая зависимость для определения производительности горнотехнической системы экскаватор-мобильный агрегат переработки ПГС.

Основные защищаемые положения:

1. Выбор рациональной организационно-технологической схемы ведения горных работ следует проводить на основе разработанной классификации, учитывающей горнотехнические и горно-геологические особенности открытой разработки месторождений песчано-гравийной смеси, отрабатываемых с использованием мобильных дробильно-сортировочных агрегатов, и обеспечивающей повышение эффективности и обоснованности принимаемых технических решений.

2. Организация горных работ на карьерах нерудных строительных материалов должна базироваться на разработанных методах управления основными технико-экономическими показателями с учетом горнотехнических и горно-геологических особенностей открытой разработки песчано-гравийных месторождений с использованием мобильных дробильных агрегатов, обеспечивающих повышение эффективности и достоверности принимаемых организационно-технических решений.

3. Управление технико-экономическими показателями работы карьеров нерудных строительных материалов с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов следует осуществлять на основе баз данных по карьерам-аналогам для предварительной оценки эксплуатационных удельных затрат, позволяющих обеспечить снижение себестоимости выпускаемой продукции, сокращение размера и срока окупаемости капитальных вложений.

Методология и методы исследований. Комплексный подход, включающий анализ и обобщение результатов исследований по организации горно-строительных работ при разработке месторождений песчано-гравийной смеси. Основными методами исследований являются классические экономические и финансовые теории рыночных методов хозяйствования, математическая статистика, динамическое программирование, моделирование на персональных компьютерах, системный анализ при исследовании организации эксплуатационных работ при разработке месторождений ПГС.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается широким привлечением фактических и проектных материалов функционирования отечественных карьеров-

аналогов по разработке месторождений ПГС; результатами использования рекомендаций по изменению организации технологической схемы переработки горной массы на месторождении валунно-песчано-гравийного материала «Анскино-2».

Теоретическая и практическая значимость работы:

1. Разработаны и обоснованы организационно-технологические схемы ведения горных работ при открытой разработке песчано-гравийных месторождений.

2. Установлены факторы, оказывающие существенное влияние на производительность карьеров ПГС.

3. Разработаны основные принципы формирования и области применения организационно-технологических схем при открытой разработке песчано-гравийных месторождений.

4. Получена зависимость для определения производительности горнотехнической системы экскаватор-мобильный агрегат переработки ПГС.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались, обсуждались и получили одобрение на международной научно-практической конференции, посвященной 185-летию кафедры «Горное искусство» – «Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование» (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, октябрь 2017 г.), на международной конференции на базе Фрайбергской Горной академии «69TH Berg- und Hüttenmännischer Tag» (Германия, июнь 2018 г.), на IV международной научно-практической конференции – «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, октябрь 2018 г.), на заседаниях кафедры разработки месторождений полезных ископаемых горного университета.

Личный вклад автора. Автором изучено состояние рынка песчано-гравийной смеси, выполнена постановка проблемы, определены цель и задачи исследований; обоснованы методы организации горных работ на месторождениях ПГС с переработкой на мобильных дробильно-сортировочных комплексах, проведены аналитические и теоретические исследования, сформулированы основные научные положения и выводы.

Публикации. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 9 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено свидетельство на программу для электронных вычислительных машин № 2018618753 «Система моделирования оптимальной длины фронта горных работ уступа для машин послыйного фрезерования при погрузке в автомобильный транспорт».

Структура и объём работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, библиографического списка, включающего 116 наименований. Диссертационная работа изложена на 129 страницах машинописного текста и содержит 16 рисунков и 37 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проведен анализ современного состояния отрасли нерудных строительных материалов; доказана возрастающая роль добычи и переработки песчано-гравийной смеси относительно остальных групп строительных материалов; проведен анализ современных проблем организации горно-строительных работ на карьерах ПГС; приведено обоснование разработки новых организационно-технических решений для карьеров по добыче и переработке ПГС, позволяющих обеспечивать основными материалами строительные организации вблизи мест их потребления.

Во второй главе проведен анализ организации открытой разработки месторождений ПГС в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО); описаны основные особенности горно-геологических условий залегания песчано-гравийных смесей, предопределяющие выбор наиболее рациональной организационно-технической схемы разработки месторождений ПГС; проведен анализ цен на песчано-гравийную смесь предприятий-потребителей и предприятий-производителей по СЗФО; проанализированы тенденции в изменении структуры предприятий отрасли песчано-гравийной смеси, а

также основные особенности организации открытой разработки месторождений ПГС с переработкой на мобильных дробильно-сортировочных комплексах в настоящее время.

В третьей главе приводится разработанная классификация технологических комплексов переработки песчано-гравийной смеси с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов, обеспечивающая повышение эффективности и обоснованности принимаемых решений при разработке месторождений ПГС; установлена аналитическая зависимость для определения производительности горнотехнической системы экскаватор-мобильный агрегат переработки ПГС, учитывающая время на передвижку мобильного оборудования.

В четвертой главе проведен анализ проблем при организации эксплуатационных работ на карьере по разработке месторождения песчано-гравийного материала «Анскино-2»; проведено технико-экономическое обоснование совершенствования технологической схемы переработки ПГС на месторождении «Анскино-2» на основании разработанной классификации технологических комплексов.

Основные результаты исследований отражены в следующих защищаемых положениях:

1. Выбор рациональной организационно-технологической схемы ведения горных работ следует проводить на основе разработанной классификации, учитывающей горнотехнические и горно-геологические особенности открытой разработки месторождений песчано-гравийной смеси, обрабатываемых с использованием мобильных дробильно-сортировочных агрегатов, и обеспечивающей повышение эффективности и обоснованности принимаемых технических решений.

Основные показатели месторождений песчано-гравийных пород характеризуются высокой изменчивостью. Содержание гравия и валунов является наиболее важным показателем, в значительной мере определяющим экономическую эффективность разработки месторождений. На выбор и обоснование параметров технологических комплексов добычи и переработки гравийно-песчаных пород влияют следующие особенности месторождений:

– большое разнообразие свойств пород, подвергаемых добыче и переработке, в первую очередь это касается содержания гравия и валунов (от 10 до 90%), гранулометрического и минерального состава, наличия пропластков вскрышных и некондиционных пород;

– разнотипность месторождений по условиям залегания, обводнённости и строению;

– широкий диапазон запасов полезного ископаемого месторождений и производственных мощностей предприятий, создаваемых на их базе.

В конце 80-х годов XX века Д.Ю. Буяновым была предложена классификация технологических комплексов добычи гравийно-песчаных пород, при которой для дальнейшей переработки полезной толщи и получения готовой продукции предполагалось транспортировать всю горную массу на борт карьера, где располагалось стационарное дробильно-сортировочное оборудование.

Использование мощного стационарного дробильно-сортировочного оборудования, располагаемого, как правило, за пределами горных отводов предприятий, целесообразно только на крупных месторождениях (с годовой производительностью более 1 млн. т). Появившиеся в последние десятилетия высокотехнологичные мобильные дробильно-сортировочные комплексы для переработки ПГМ позволяют расширить и дополнить существующую классификацию.

При принятии решений о применении мобильных дробильных комплексов в карьере возникают вопросы о целесообразности, рациональности и эффективности технологических схем, с учетом горно-геологических и горнотехнических условий месторождений песчано-гравийной смеси.

Исходя из особенностей песчано-гравийных месторождений и специфики предприятий, разрабатывающих такие месторождения определены классификационные признаки, положенные в основу классификации технологических комплексов добычи и переработки песчано-гравийной смеси с использованием МДСК, а именно:

1. Наличие, либо отсутствие управления качеством минерального сырья.

2. Стадийность размещения усреднительного склада (после первой или второй стадии переработки горной массы).

3. Способ управления качеством сырья.

Исходя из среднего содержания гравия и валунов в исходном сырье и максимальной крупности валунных фракций можно выделить следующие основные типы технологических схем МДСК:

1. Технологические схемы, рассчитанные на переработку сырья с содержанием гравийных фракций до 10-15%. Как правило, при этом фракции валунов отсутствуют. Перерабатывающий комплекс предназначается для выпуска песка.

2. Технологические схемы, рассчитанные на переработку сырья со средним содержанием гравия и валунов до 50%. Крупность фракций гравия и валунов определяет число стадий дробления и тип дробилок.

3. Технологические схемы, рассчитанные на переработку сырья со средним содержанием гравия и валунов свыше 60%.

Выбор организационной схемы переработки песчано-гравийных пород на основе разработанной классификация позволит произвести выбор технологической схемы, соответствующей потребностям предприятия и отвечающей современным требованиям к качеству производимой продукции и охране окружающей среды.

2. Организация горных работ на карьерах нерудных строительных материалов должна базироваться на разработанных методах управления основными технико-экономическими показателями с учетом горнотехнических и горно-геологических особенностей открытой разработки песчано-гравийных месторождений с использованием мобильных дробильных агрегатов, обеспечивающих повышение эффективности и достоверности принимаемых организационно-технических решений.

Технико-экономические показатели будущего предприятия зависят от выбранной производительности и технологической схемы отработки месторождения.

Важнейшая особенность гравийно-песчаных месторождений – высокая изменчивость их основных качественных показателей. Изменчивость содержания гравия и валунов оказывает влияние на ме-

тоды управления основными технико-экономическими показателями открытой разработки ПГМ с использованием МДСК, такие как:

- выбор рационального диапазона отклонений от среднего содержания гравия и валунов в сырье, поставляемом на ДСЗ из карьера (этот параметр определяет уровень резервирования производительности перерабатывающего и добычного комплексов оборудования);

- выбор способа усреднения содержания гравия и валунов в карьере и тем самым параметров технологических комплексов добычных работ;

- выбор направления развития фронта горных работ;

- выбор параметров выемочных блоков;

- достоверность геологической информации, что, в свою очередь, определяет плотность геологоразведочной сети.

С увеличением общего содержания гравия и валунов прослеживается явная тенденция к увеличению содержания фракций валунов. На выбор параметров технологических комплексов производства нерудных строительных материалов наряду с содержанием валунов большое влияние оказывает их гранулометрический состав.

Содержание и гранулометрический состав фракций гравия и валунов влияют на следующие методы управления основными технико-экономическими показателями открытой разработки ПГМ с использованием МДСК:

- выбор типоразмера дробильно-сортировочного оборудования;

- выбор параметров процесса управления формированием качества сырья в карьере;

- выбор вида и параметров выемочно-погрузочного и транспортного оборудования;

- выбор местоположения промежуточного склада сырья.

Результаты анализа традиционных технологий разработки и переработки песчано-гравийных месторождений позволяют сделать вывод, что отсутствие промежуточного склада сырья обуславливает жесткую взаимосвязь их функционирования во времени, при которой простои одного из звеньев технологической цепочки влияют на всю цепочку карьера-ДСЗ. Склады должны служить не только для

повышения использования во времени технологического комплекса карьер — ДСЗ, но и для усреднения качественных показателей готовой продукции.

Надежность комплекса определяется надежностью входящих в него звеньев и оценивается коэффициентом их технической готовности, формула (1):

$$K = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i} \cdot (n-1)} \quad (1)$$

где K_i — коэффициент готовности i -го звена технологической цепи; n — количество звеньев в технологической цепи.

Основным способом ухода от жесткой зависимости дробильно-сортировочного комплекса от основных технологических процессов карьера является формирование промежуточных (усреднительных) складов.

Введение в карьере процесса усреднения содержания гравия и валунов обуславливает необходимость (с целью установления рациональной области применения различных способов усреднения) оценивать не только общую изменчивость содержания гравия и валунов по месторождению, но и ее составляющие — межблоковую и внутриблоковую изменчивость содержания.

Разработанные методы управления основными технико-экономическими показателями карьеров по переработке песчано-гравийных месторождений с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов позволяют выбрать наиболее эффективную организационно-технологическую схему отработки таких месторождений.

Важной горнотехнической и экономической задачей является определение зависимости для расчета производительности горнотехнической системы экскаватор-МДА, учитывающей затраты времени на передвижку мобильного комплекса в течение смены.

Время на передвижку оборудования, формула (2):

$$T_{\text{пер}} = t_{\text{пер}} \cdot n_{\text{пер}}, \text{ мин} \quad (2)$$

где $t_{\text{пер}}$ — время одной передвижки оборудования, мин.; $n_{\text{пер}}$ — количество передвижек в течение смены.

На рисунке 1 представлена технологическая схема ведения

добычных работ с погрузкой в мобильный агрегат дробления/грохочения.

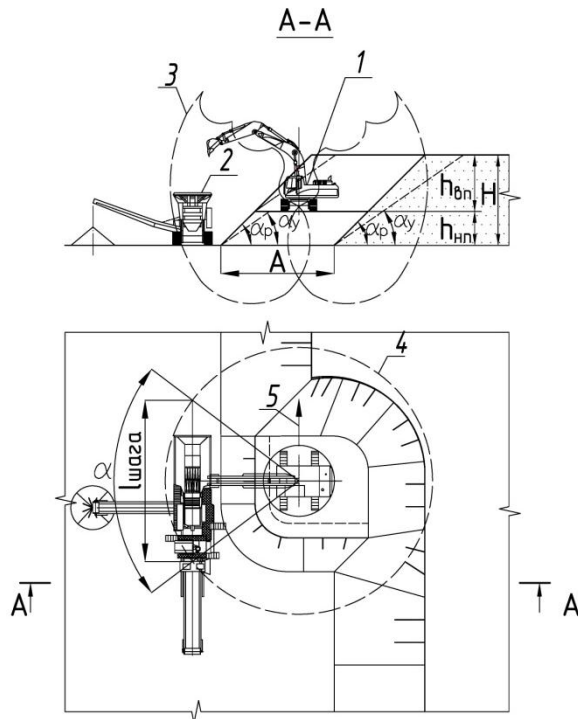


Рисунок 1 – Технологическая схема ведения добычных работ с погрузкой в мобильный агрегат дробления/грохочения

1 – экскаватор; 2 – МДА; 3 – кинематическая схема движения ковша экскаватора; 4 – зона влияния ковша экскаватора; 5 – направление движения добычного забоя; А – ширина заходки экскаватора; $h_{вп}$ – высота верхнего подступа; $h_{нп}$ – высота нижнего подступа; Н – общая высота уступа; α_p – рабочий угол откоса уступа; α_y – устойчивый угол откоса уступа; α – изменение угла поворота стрелы в пределах одной передвижки МДА; $l_{шага}$ – расстояние однократной передвижки МДА.

Сменная производительность горнотехнической системы экскаватор-МДА, с учетом передвижек оборудования, формула (3):

$$Q_{см}^* = (T_{см} - T_{п.з.} - T_{об} - T_{п.т.} - T_{лн} - T_{пер}) \cdot V_k \cdot n_{ц}, \text{ м}^3/\text{см} \quad (3)$$

где $T_{см}$ – время смены, мин.; $T_{п.з.}$ и $T_{об}$ – время на подготовительно-заключительные операции и обслуживание рабочего места, мин.; $T_{п.т.}$ – время на технологические перерывы, мин.; $T_{ли}$ – время на личные надобности, мин.; V_k – объем горной массы в ковше экскаватора, м³; n_u – число циклов экскавации в минуту.

3. Управление технико-экономическими показателями работы карьеров нерудных строительных материалов с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов следует осуществлять на основе баз данных по карьерам-аналогам для предварительной оценки эксплуатационных удельных затрат, позволяющих обеспечить снижение себестоимости выпускаемой продукции, сокращение размера и срока окупаемости капитальных вложений.

Выбранная технологическая схема переработки ПГМ влияет на объемы переработки, складирования и транспортирования полезного ископаемого, промпродукта и готовой продукции, соответственно на количество единиц выемочно-погрузочного оборудования и транспорта, количество стадий переработки, на количество рабочего персонала и др. Как правило, горно-геологические условия месторождения позволяют в соответствии с разработанной классификацией предположить несколько вариантов формирования технологических схем переработки.

Определение технико-экономических показателей при принятии решения о выборе технологической схемы переработки песчано-гравийной смеси производится из условия наименьшего срока окупаемости вложений, их размера и достижения минимальной себестоимости готовой продукции предприятия, а также в условиях изменяющегося спроса – возможности переключиться на выпуск другой продукции с наименьшими затратами. Сравнение технологических схем переработки следует оценивать по показателям оценки эффективности принимаемых решений: чистый дисконтированный доход (ЧДД или NPV), внутренняя норма доходности (ВНД или IRR) и период окупаемости.

Технологическая схема по переработке горной массы месторождения валунно-песчано-гравийного материала «Анскино-2» выглядит следующим образом: полезное ископаемое в полном объеме

транспортируется на промышленную площадку предприятия, расположенную на борту карьера, для последующей переработки.

На основе разработанной классификации технологических комплексов переработки песчано-гравийной смеси с использованием МДСК следует, что при среднем содержании гравия и валунов на месторождении 39%, а также изменении содержания гравия и валунов в горной массе от 0 до 60% можно выстроить следующие варианты технологических схем по переработке песчано-гравийной смеси месторождения:

Вариант 1 – комплекс, при котором вся горная масса сортируется в сортировочной установке непосредственно в забое, продукт сортировки – гравий крупностью 5-160 мм транспортируется на промышленную площадку для последующей переработки.

Вариант 2 – комплекс, при котором вся технологическая цепочка по переработке песчано-гравийной смеси будет выстроена последовательно в непосредственной близости от добычного забоя.

При реализации предлагаемых вариантов соблюдается принцип из теории переработки руд «не транспортируй ничего лишнего», при котором песчаная составляющая отделяется непосредственно в карьере, без перемещений на промышленную площадку.

ЧДД рассматриваемых вариантов отработки месторождения «Анскино-2» исходя из проектного срока отработки 14 лет и ставки дисконтирования 15% приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели проекта при различных вариантах отработки

Показатель	Действующий вариант	Вариант 1	Вариант 2
	Значение показателя, тыс. руб.		
Выручка от реализации продукции	88238	88238	88238
Полная коммерческая себестоимость	51526	45395,4	36265,4
Балансовая прибыль (валовая)	36712	42842,6	51972,6
Прибыль чистая среднегодовая.	25434,1	29681,4	36007
EBITDA	47912	53082,6	60932,6
Срок отработки, лет	14		
Ставка дисконтирования, %	15		
Чистый дисконтированный доход	241680,5	282039,1	342143,3

Оценка капитальных затрат произведена на основе информации и данных, полученных по карьерам-аналогам и из сети Интернет.

Выбор наиболее рациональной организационной схемы переработки ПГМ определяется на основании сравнений ЧДД и себестоимости продукции сравниваемых вариантов.

Анализ сравнения приведенных технологических схем, их конструктивно-компоновочное исполнение, условия установки относительно забоя в карьере, экономический эффект позволяют сделать следующий вывод: экономически целесообразна технологическая схема по варианту 2, количество задействованного горнотранспортного оборудования при такой схеме минимально. Соответственно, к внедрению рекомендуется технологическая схема по второму варианту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится новое решение актуальной научно-производственной задачи: обоснование организационно-технических методов открытой разработки песчано-гравийных месторождений с использованием мобильных дробильно-сортировочных комплексов.

Основные научные и практические результаты, полученные в процессе выполнения работы, заключаются в следующем:

1. Анализ данных по объемам добычи нерудных строительных материалов показал, что положение дел в отрасли в России напрямую зависит от ситуации в экономике, и каждый этап роста отрасли НСМ в последние десятилетия заканчивался резким падением в годы глобальных финансовых кризисов последних десятилетий, после чего быстро восстанавливался.

2. На основе анализа статистических данных объемов добычи отдельных строительных материалов установлено, что при общем росте рынка НСМ отмечается увеличение доли добычи песчано-гравийной смеси относительно группы материалов «галька, гравий, щебень», с 19,1% в 2000 году до 29,4% в 2018 году, что подчеркивает все возрастающую роль песчано-гравийной смеси на рынке НСМ.

3. Анализ данных Росстата показывает, что цены производителей на ПГС имеют значительные колебания в течение года. Прослеживается устойчивая тенденция увеличения цены относительно средней во второй половине года, что связано с сезонностью строительства и неравномерным финансированием в течение года.

4. Установлено, что основной тенденцией последних лет стало наращивание крупными дорожно-строительными фирмами транспортных и логистических мощностей, что в итоге сказывается на конечной цене на приобретаемую песчано-гравийную смесь.

5. Установлено, что уменьшение разницы в цене производителей и потребителей в последние годы связано с тем, что все больше строительных и дорожных организаций становятся недропользователями – получают лицензии на геологическое изучение, разведку и добычу песчано-гравийных месторождений, и становятся как производителями, так и потребителями ПГС.

6. Разработана классификация технологических комплексов добычи и переработки песчано-гравийной смеси с использованием МДСК, основанная на следующих классификационных признаках:

- наличие, либо отсутствие управления качеством минерального сырья;
- стадийность размещения усреднительного склада (после первой или второй стадии переработки горной массы);
- способ управления качеством сырья.

7. Доказано, что использование мобильных дробильно-сортировочных комплексов позволяет вовлекать в разработку сколько угодно малые месторождения вблизи мест потребления продукции, получаемой при отработке таких месторождений.

8. Выявлено, что на выбор и формирование технологических схем мобильных дробильно-сортировочных комплексов при переработке гравийно-песчаных пород влияют следующие признаки: среднее содержание гравия и валунов в исходном сырье, максимальная крупность валунных фракций и гранулометрический состав фракций гравия и валунов.

9. Доказано, что при определении производительности горнотехнической системы экскаватор – МДА необходимо учитывать затраты времени на передвижку мобильного оборудования.

10. Установлено, что эффективность принимаемых решений по изменению технологической схемы переработки ПГС действующего предприятия должна определяться на основании сравнений чистого дисконтированного дохода и себестоимости конечной продукции для рассматриваемых вариантов.

11. Перспективность выполненных исследований связана с возможностью дальнейшего развития организационно-технических методов открытой разработки ПГМ с переработкой на МДСК в сочетании с конвейерным транспортом, обеспечивающим повышение экономической эффективности обрабатываемых месторождений.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Лапшин, Н.С. Принципы построения технологических схем переработки песчано-гравийных смеси на притрассовых карьерах с малой производительностью / Н.С. Лапшин, С.И. Фомин // Наука и бизнес: пути развития (научно-практический журнал). – 2019. – № 102. – С. 97-101.

2. Фомин, С.И. Определение производительности горнотехнической системы экскаватор – мобильный агрегат переработки песчано-гравийной смеси / С.И. Фомин, Н.С. Лапшин // Наука и бизнес: пути развития (научно-практический журнал). – 2020. – № 103. – С. 60-63.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования (Scopus):

3. Лапшин, Н.С. Анализ тенденций развития рынка нерудных строительных материалов в Российской Федерации / Н.С. Лапшин, И.П. Виноградов, Д.О. Дзюрич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. – № 7. – С. 205-210.

4. Fomin, S.I. Determining length of mining front in non-blast open mining of complex structure carbonate deposits / S.I. Fomin, I.P. Vinogradov, N.S. Lapshin // Journal of Engineering and Applied Sciences, Medwell Publications. - 2019. - PP. 94-98.

Публикации в прочих изданиях:

5. Лапшин, Н.С. Анализ технологических схем переработки песчано-гравийной смеси / Н.С. Лапшин // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Новая наука: проблемы и перспективы» ч.2. - 2017. - С. 173-175.

6. Лапшин, Н.С. Обоснование организационно-технических методов повышения эффективности горных работ при открытой разработке песчано-гравийных месторождений (тезисы) / Н.С. Лапшин // Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование. Международная научно-практическая конференция, посвященная 185-летию кафедры «Горное искусство». – 2017. – С. 93-94.

7. Лапшин, Н.С. Применение мобильных дробильно-сортировочных комплексов как способ управления промышленной безопасностью на предприятиях по производству щебня / Н.С. Лапшин // Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке: Тезисы докладов международной научно-практической конференции Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование. РИЦ Горного университета, СПб. – 2018. – С. 81-82.

8. Фомин, С.И. Анализ современного состояния отрасли нерудных строительных материалов / С.И. Фомин, Н.С. Ларин, Н.С. Лапшин // ООО «Отраслевая медиа-корпорация «Держава» (Санкт-Петербург) – Журнал «Дорожная держава». – 2017. – № 74. – С. 78-82.

9. Фомин, С.И. Анализ эксплуатационных затрат на производство щебня из плотных изверженных горных пород / С.И. Фомин, Н.С. Лапшин // ООО «Отраслевая медиа-корпорация «Держава» (Санкт-Петербург) – Журнал «Дорожная держава». – 2019. – № 89. – С. 78-82.

Патент:

10. Свидетельство на программу для электронных вычислительных машин № 2018618753 / Система моделирования оптимальной длины фронта горных работ уступа для машин послойного фрезерования при погрузке в автомобильный транспорт / В.В. Иванов, Н.С. Лапшин, И.П. Виноградов; заявитель и правообладатель Санкт-Петербургский горный университет. – заявл. 08.06.2018 : опубл. 19.07.2018, Бюл. № 7. – 18 с.