

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Федотенко Виктора Сергеевича «Обоснование параметров и разработка технологии эффективного перехода к отработке мощных угольных месторождений высокими вскрышными уступами», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» и 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»

### **1. Актуальность темы.**

С конца XX века в мире стремительно растет потребление угля. По прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА) использование угля продолжит расти в среднем на полтора процента в год. Современный период развития технологии угледобычи в России характеризуется увеличением доли открытого способа разработки, сопровождающимся усложнением горно-геологических и горнотехнических условий в связи с увеличением глубины горных работ. Одним из направлений повышения эффективности открытого способа разработки является переход на отработку вскрыши высокими уступами (до 30–35 м и более). Увеличение высоты вскрышных уступов обеспечивает снижение текущего коэффициента вскрыши, позволяет регулировать режим горных работ, перенося пиковые объемы вскрыши на более поздние периоды, способствует повышению полноты освоения месторождений, продлению сроков эксплуатации и снижению экологического воздействия горных работ на окружающую среду. В связи с этим диссертационную работу Федотенко В.С., направленную на обоснование параметров и разработку инновационной технологии перехода к отработке мощных угольных разрезов высокими уступами, можно считать актуальной и имеющей большое теоретическое и практическое значение для горнодобывающих отраслей промышленности.

### **2. Общая характеристика работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованных источников из 164 наименований, содержит 300 страниц машинописного текста, включая 145 рисунков, 88 таблиц и 2 приложения.

*Во введении* обосновывается актуальность решаемой проблемы, формулируется цель и задачи работы, методы исследования и научные положения, предъявляемые к защите. Показаны научная обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, отмечена научная новизна исследования, научная и практическая значимость работы, реализация результатов и апробация работы.

*Первая глава* диссертации посвящена анализу технологических решений по отработке карьеров высокими уступами и оценке перспектив развития инновационной технологии разработки мощных угольных месторождений высокими вскрышными уступами. Автором проведен детальный анализ исследований, посвященных отработке карьеров высокими уступами; предложена классификация исследований по данному направлению; отражена специфика основных технологических процессов на карьерах с высокими уступами; выявлены факторы, влияющие на условия и эффективность перехода на работу высокими уступами. Особое внимание автором уделено критическому анализу методик обоснования главных

параметров карьеров, в том числе при переходе на работу высокими уступами. На основе критического обзора исследований автором сформулирована цель работы, заключающаяся в установлении условий и обосновании параметров эффективного перехода на отработку разрезов высокими вскрышными уступами при освоении мощных угольных месторождений открытым способом. Оценивая положительно в целом проведенный анализ, по разделу можно высказать следующие замечания:

1. При анализе исследований отсутствуют ссылки на работы д.т.н., проф. Белякова Ю. И., внёсшего значительный вклад в изучение технологии выемочно-погрузочных работ на карьерах, в том числе в обоснование высоты уступов.
2. Название параграфа 1.4 «Особенности методик обоснования параметров перехода на работу высокими уступами при проектировании карьеров» не в полной степени соответствует его содержанию. В указанном разделе автор анализирует главным образом методики обоснования параметров карьеров при проектировании, поскольку методики обоснования параметров перехода на работу высокими уступами до настоящего времени не было. Это является одной из задач диссертационной работы.
3. При формулировке идеи диссертационной работы лишним является выражение «... при соответствующем совершенствовании технико-технологических решений». Это очевидно.

*Глава 2* посвящена развитию теории проектирования открытой геотехнологии с высокими уступами. В главе разработаны и систематизированы типовые технологические схемы отработки карьеров высокими уступами; сформулированы требования к технологическим процессам эффективного ведения открытых горных работ высокими уступами; выявлены факторы, влияющие на эффективность открытой геотехнологии с высокими уступами; разработана методика экономического сравнения технологических схем отработки высоких уступов. Установлены зависимости эксплуатационных затрат на 1 м<sup>3</sup> вскрыши от высоты разрабатываемого слоя для разных вариантов горнотранспортного оборудования.

#### *Замечания по разделу*

1. Параграф 2.3 «Факторы, влияющие на эффективность открытой геотехнологии с высокими уступами» и параграф 1.3 первой главы «Анализ факторов, влияющих на условия и эффективность перехода на работу высокими уступами» имеют близкие названия, но разное содержание.

2. Различные схемы разработки высокого вскрышного уступа б и в (рис. 2.1, с. 62) имеют одинаковое графическое изображение. В схеме в необходимо указать расположение гидравлического экскаватора, работающего с нижним черпанием.

3. Раздел 2.5 посвящен разработке экономико-математической модели эффективного перехода на отработку высокими уступами. В то же время сама модель, а также программа для ЭВМ не предоставлены. Раздел содержит описание алгоритма (последовательности расчета) и учитываемых факторов.

4. Выводы по главе занимают 4 страницы и в значительной степени дублируют содержание других глав диссертационной работы.

*Третья глава* посвящена исследованию параметров технологических процессов формирования и эксплуатации месторождений с высокими уступами. Установлено влияние конструкции и высота вскрышного уступа на схемы вскрытия и подготовки эксплуатационных горизонтов. Исследованы параметры буровзрывных работ при отработке высоких уступов, что позволило усовершенствовать конструкции зарядов глубоких скважин. Разработано универсальное запирающее устройство (УЗУ), предназначенное для локализации газообразных продуктов взрыва в зарядной полости в глубоких скважинах. Проведена оценка устойчивости уступов и бортов карьеров с учетом объемного напряженного состояния массива, его структурного строения, а также сложившейся геомеханической и горнотехнической ситуации.

#### *Замечания*

1. Разделы главы отличаются глубиной проработки. Наибольшей обоснованностью и детальностью характеризуются исследования, посвященные буровзрывным работам (§ 3.2). В то же время исследования, посвященные влиянию грузоподъемности автотранспорта и автоматизации производственных процессов на параметры открытой геотехнологии с высокими уступами, носят описательный характер.
2. Непонятен вывод № 5 (с. 181), относящийся к месторождениям Забайкалья.

*В четвертой главе* изложены условия эффективного перехода на высокие вскрышные уступы. Автором установлено и доказано, что наиболее эффективным вариантом перехода на высокие уступы является период полного развития горных работ, когда текущий коэффициент вскрыши достигает значения граничного коэффициента вскрыши. Исследовано влияние горнотехнических и горно-геологических факторов на параметры эффективного перехода на высокие вскрышные уступы. Установлено, что разработанный способ перехода позволяет увеличить глубину карьера и продолжительность эксплуатации месторождений открытым способом.

#### *Замечания*

1. Не отрицая значение разработанной методики определения времени и глубины перехода на высокие уступы, следует отметить, что используемый метод определения границ карьера по равенству текущего и граничного коэффициентов вскрыши является весьма приближенным. Окончательные решения следует принимать по экономическим критериям.
2. В четвертой главе наблюдается повтор и дублирование материала, изложенного во второй главе. Так, рис. 4.19 дублирует рис. 2.12 второй главы, а рис. 4.20 дублирует рис. 2.9.
3. Выводы по главе изложены на четырех страницах. Они должны быть укрупнены, сокращены и конкретизированы.

*В пятой главе* диссертационной работы проведена методика обоснования принципов и параметров освоения месторождений с применением высоких уступов. Автором проведена оценка возможности увеличения глубины карьера и срока

эксплуатации месторождения за счет рационального перехода на технологию отработки высокими вскрышными уступами; установлены зависимости показателей эффективности от своевременного перехода на высокие уступы; разработан алгоритм выбора параметров эффективного перехода на высокие вскрышные уступы на мощных угольных месторождениях. Существенных замечаний по разделу нет. Вместе с тем, эта глава могла быть объединена с главой 4. Об этом свидетельствуют выводы, сделанные по разделу.

В шестой главе приведены рекомендации по внедрению высоких уступов на угольных месторождениях Кузбасса и произведена их технико-экономическая оценка. Обоснованы решения по переходу к производству вскрышных работ высокими уступами на разрезах Кузбасса, что позволит увеличить объем обрабатываемых запасов угля и улучшить технико-экономические показатели. Установлено, что для Тешского участка Осинниковского поля разреза «Калтанский» в результате перехода на высокие вскрышные уступы объем добычи угля может быть увеличен на 7,7 млн. т за весь переход отработки, срок эксплуатации разреза продлен на 3,5 года при минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Подтвержденный экономический эффект от внедрения технологии совершенствования конструкции заряда за 2012-2017 гг. составил 1,05 млрд. руб.

#### *Замечание*

В качестве критерия экономической эффективности перехода на высокие вскрышные уступы автор использует сумму приведенных затрат на производство вскрышных работ. Однако, как видно из табл. 6.5 (с. 274) разница приведенных затрат при переходе на высокие уступы по сравнению с базовыми вариантами не превышает 5 %, т. е. находится в пределах точности расчетов. Поскольку сравниваемые варианты отличаются не только объемами вскрыши, но и объемами добычи угля и сроками отработки разреза, целесообразно было использовать более чувствительные экономические критерии: чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности и т. п. Применение этих критериев позволило бы более убедительно доказать эффективность инновационной технологии разработки высокими уступами.

#### **3. Новизна исследования и полученных результатов.**

Научная новизна диссертационной работы заключается в теоретическом обосновании и разработке параметров инновационной технологии перехода к отработке мощных угольных месторождений высокими вскрышными уступами. К новым результатам следует отнести разработку и систематизацию технологических схем отработки высоких вскрышных уступов с учетом характеристик массива пород, последовательности отработки слоев и сочетания выемочно-погрузочного оборудования; обоснование критерия перехода к ведению горных работ высокими уступами при равенстве текущего и граничного коэффициентов вскрыши; разработку технологии взрывных работ при подготовке высоких уступов с применением зарядов ВВ с воздушными промежутками; закономерности изменения угла наклона рабочего борта от его конструкции на этапах перехода на высокие вскрышные

уступы; обоснование и границ эффективного применения открытой геотехнологии с высокими вскрышными уступами.

#### ***4. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.***

В целом научные положения, сформулированные диссертантом, являются новыми и отвечают названию специальностей. В процессе доказательства научных положений автор достигает поставленной в диссертации – устанавливает условия и обосновывает параметры эффективного перехода на отработку разрезов высокими вскрышными уступами при освоении и мощных угольных месторождений открытым способом.

Достоверность первого и второго научных положений обоснована применением методов горно-геометрического анализа и моделирования, использованием основных положений теории открытых горных работ, а также достаточной схожимостью результатов моделирования с практическими данными (см. главы 2, 4, 5).

Третье научное положение обосновано результатами многочисленных экспериментальных исследований параметров буровзрывных работ при отработке высоких уступов, а также 45 патентами на изобретения (см. главу 3).

Четвертое и пятое научные положения подтверждаются сопоставимостью теоретических результатов с практикой проектирования и эксплуатации карьеров, а также положительным опытом внедрения разработанных методик на угольных разрезах Кузбасса (см. главы 5, 6).

Не вызывает сомнений достоверность и обоснованность основных выводов и рекомендаций, прошедших достаточную практическую апробацию.

#### ***5. Научная ценность и практическая значимость диссертации.***

Научное значение работы заключается в развитии теории проектирования горнотехнических систем применительно к разработке мощных угольных месторождений открытым способом, а также в обосновании основных параметров инновационной технологии разработки разрезов высокими уступами, позволяющих расширить область эффективного применения открытого способа разработки.

Практическая значимость исследования заключается в том, что внедрение разработанной технологии позволяет повысить эффективность разработки мощных угольных разрезов, полноту освоения месторождений открытым способом, продлить сроки эксплуатации месторождений и сократить экологическое воздействие на окружающую среду.

#### ***6. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы.***

Результаты диссертационной работы целесообразно использовать на действующих разрезах, разрабатывающих мощные угольные месторождения. Разработанная технология эффективного перехода к отработке разрезов высокими вскрышными уступами с успехом может использоваться проектными организациями при проектировании угольных разрезов (Гипрошахт, Сибгипрошахт, ООО «Сибгипропроект» и др.).

Разработанная инновационная технология и основные положения методики перехода на разработку высокими вскрышными уступами могут использоваться в

вузах горного профиля при чтении лекций по дисциплинам «Проектирование карьеров», «Технология и комплексная механизация открытых горных работ», «Процессы открытых горных работ» и т. п.

### **7. Оценка диссертационной работы.**

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 81 трудах, достаточно полно отражающих ее содержание, прошли широкую апробацию на промышленных предприятиях и проектных организациях (ООО «КРУ Взрывпром», ПАО «Кузбасская топливная компания», ООО «Сибгеопроект»).

Достигнутый экономический эффект, подтвержденный актами внедрения, составил 1,053 млрд. руб.

Диссертация и автореферат изложены технически грамотным и доступным для восприятия языком. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Результаты диссертационной работы изложены последовательно в соответствии с решаемыми задачами и образуют внутреннее единство. Печатные работы автора всесторонне и полно освещают основные положения диссертации.

Диссертационная работа соответствует двум специальностям 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» (пункты 2,3 Паспорта специальности) и 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» (пункты 1,2.,3,10 Паспорта специальности). В целом указанные специальности неразрывно взаимосвязаны, поэтому защита по двум специальностям вполне обоснована. Оформление диссертации выполнено в соответствии с ГОСТом.

### **8. Общие замечания по диссертации.**

1. По глубине и детальности проработки экономическая часть работы уступает технологической. При оценке времени перехода на высокие вскрышные уступы необходимо было использовать более чувствительные экономические критерии: чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности и т. п.
2. В работе не отражена возможность использования временной консервации вскрышных уступов и выделение временно нерабочих бортов совместно с переходом на отработку высокими уступами. Это может повысить эффективность разработанной инновационной технологии.
3. По результатам работы получено 50 патентов, из них 45 по вопросам взрывных работ. В то же время исследованию буровзрывных работ и совершенствованию конструкции зарядов глубоких скважин посвящен только один параграф диссертационной работы.
4. Объем диссертации явно завышен. Он может быть сокращен за счет справочных материалов и материалов, не имеющих непосредственного отношения к теме исследования.

Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы и ее основных результатов, а свидетельствуют о сложности и многоаспектности решаемой проблемы.

### **Заключение по диссертации.**

Оценивая работу в целом, следует отметить, что она является научной квалификационной работой, в которой автором на основе выполненных исследований предложены актуальные научно-технические решения по обоснованию условий и сроков эффективного перехода к отработке мощных угольных месторождений высокими вскрышными уступами с учетом горнотехнических возможностей и установленных закономерностей изменения параметров систем разработки и приращения границ карьеров, что имеет важное социально-экономическое значение для развития горной промышленности России.

Диссертационная работа соответствует двум специальностям 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» и 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)», требованиям ВАК, а её автор – Федотенко Виктор Сергеевич – заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук.

*Официальный оппонент*

Лель Юрий Иванович

620219, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

Тел.: (343) 283-09-63. Моб.: 8-912-695-97-52.

E-mail: Lel49@mail.ru.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»

Профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой разработки месторождений открытым способом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» (УГГУ)

Я, Лель Юрий Иванович, согласен на обработку персональных данных.

Ю. И. Лель

Личную подпись профессора, доктора технических наук, Леля Юрия Ивановича удостоверяю:

Начальник отдела кадров

10 октября 2018 г.

