

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Селюкова Алексея Владимировича

на тему: «Обоснование и разработка ресурсосберегающих технологий открытой угледобычи на карьерных и отработанных шахтных полях», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

1. Актуальность темы исследования

В настоящее время рост объемов добычи угля происходит главным образом, за счет увеличения доли угля, добываемого открытым способом. Причем темпы роста объёмов добычи угля в Кузбассе значительно опережают аналогичные показатели в целом по Российской Федерации.

Несмотря на отработку преобладающих по численности наклонных и крутопадающих угольных месторождений Центрального и Северного Кузбасса с перемещением вскрышных пород на внешние отвалы автомобильным транспортом на карьерах продолжают использовать углубочную продольную систему открытой разработки. Применение такой системы разработки обуславливает долю внешнего отвалообразования до 80-85 % на более чем 50 карьерных полях и является причиной изъятия площадей в 3-4 раза выше, чем по другим угольным бассейнам Российской Федерации. Следствием этого является высокая доля затрат на перемещение вскрышных пород, которая составляет до 40 % от полной себестоимости добычи полезного ископаемого.

Основным направлением снижения темпов изъятия земельных угодий при одновременном снижении затрат на разработку является увеличение доли внутреннего отвалообразования за счет перехода на использование сплошных поперечных систем открытой разработки на действующих карьерах, проектирования карьеров на полях ликвидированных шахт и блокового порядка открытой разработки перспективных угольных месторождений; сокращения расстояния транспортирования за счет поэтапного складирования вскрышных пород в низкопрофильных отвалах.

В связи с этим комплексное обоснование вариантов развития ресурсосберегающих технологий открытой разработки угольных месторождений Кузбасса, ориентированных на рациональное размещение вскрышных пород применительно к существующим карьерным полям угольных разрезов, включая ликвидированные участки шахт, отработываемые открытым способом, а также к перспективным месторождениям является своевременным. Необходимо разработать комплекс технологических решений, который будет способствовать повышению технико-экономической эффективности открытых горных работ при одновременном снижении текущей землеемкости открытой угледобычи в Кузбассе.

В связи с этим, диссертационная работа Селюкова Алексея Владимировича направленная на развитие ресурсосберегающих технологий разработки угольных месторождений с наклонным и крутым залеганием пластов, обеспечивающих повышение технико-экономической эффективности открытых горных работ при од-

новременном снижении текущей землеемкости открытой угледобычи определила актуальность и цель диссертационного исследования.

2. Общая характеристика работы

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению диссертационных работ. Содержание работы отвечает поставленным задачам исследования и изложено на 308 страницах машинописного текста, включая 100 рисунков и 18 таблиц.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников из 189 наименований. По теме диссертации опубликовано 46 работ, в том числе 23 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК РФ для публикаций результатов диссертаций, 2 монографии, 4 статьи Scopus и Web of Science, 1 патент на изобретение. Ознакомление с публикациями соискателя позволяет заключить, что все опубликованные статьи полностью соответствуют теме диссертационной работы.

Структура диссертации имеет внутреннее единство, в ходе исследований автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций.

Во **введении** автор обосновывает актуальность темы диссертации, формирует цель и задачи исследования, описывает научную новизну, доказывает практическую значимость полученных результатов и обосновывает их достоверность, обозначает выносимые на защиту положения.

В **первой главе** автором произведен анализ применяемых и перспективных систем и технологий разработки карьерных полей на примере Кузнецкого угольного бассейна, приведены горно-геологические условия залегания наклонных и крутопадающих угольных залежей Кузнецкого угольного бассейна, рассмотрены основные недостатки применяемых систем разработки и технологий производства открытой угледобычи, а также проектные решения и опыт практического применения внутреннего отвалообразования на угольных разрезах,

Угольные месторождения, разрабатываемые открытым способом, имеют следующие особенности: большую протяженность залежей при значительных глубинах залегания; свитовое залегание пластов различной мощности; различные углы падения пластов; значительное количество нарушений по падению простирацию; различную мощность рыхлых отложений; большой диапазон значений крепости вмещающих пород. Разнообразие горно-геологических условий залегания угольных пластов на месторождениях Кузбасса предопределяет различие технологических вариантов их разработки.

Карьерные поля Кемеровской области имеют преимущественно вытянутую и удлинённую форму в плане, т.е. обладают высоким потенциалом использования выработанного пространства, как емкости для складирования вскрышных пород.

Известные теоретические исследования показывают высокую эффективность использования внутреннего отвалообразования, включая применение для условий угольных разрезов Кемеровской области. Однако реализованные в проектах и внедренные в производство системы и технологии открытой разработки известны лишь в единичных случаях.

Внедрение в проектную практику должно сопровождаться дополнительным обоснованием параметров и области эффективного применения таких систем разработки, относительно конкретных горно-геологических и технологических условий действующего производства.

Как вывод, автор формирует цель работы, решаемые противоречия и ставит задачи исследования.

Вторая глава посвящена исследованию технологического процесса перехода от углубочных продольных к сплошным поперечным системам разработки для условий действующих угольных разрезов.

Для комплексной оценки поисковых решений систем открытой разработки и ресурсосберегающей направленности предложена система оценочных критериев. Рассмотренные примеры показали потенциальную возможность значительного совершенствования технологических решений для открытой угледобычи в Кемеровской области.

В диссертации предложены: детализация классификационных признаков техногенного ресурса выработанного пространства; инструментарий уменьшения избыточного выработанного пространства; способ определения местозаложения для действующего карьерного поля первоначальной выработки для внутреннего отвала.

Разработана технико-экономическая модель процесса преобразования углубочной продольной в поперечную сплошную систему открытой разработки и обоснованы параметры и показатели технологического перехода.

Предложенные технологические варианты рассмотрены на примере действующих карьерных полей угольных разрезов, что позволяет говорить о достаточной сходимости результатов авторских исследований с фактическими условиями эксплуатации.

В **третьей главе** автором разработаны конструктивно-параметрические решения по складированию вскрышных пород в выработанном пространстве карьера при производстве открытой угледобычи на полях ликвидированных шахт.

Основным направлением устранения последствий подземной разработки шахтных полей является локализация или полная изоляция влияния подземных выработок на состояние поверхностного слоя шахтных полей, что достигается за счёт бестранспортной технологии при поперечном развитии фронта горных работ.

Технологическая эффективность схем оценивалась с учетом зависимости производительности технологического комплекса от высоты рабочей зоны, вычисленных на числовых различиях времени цикла драглайна и организации производства работ в каждой технологической схеме систематизации.

В **четвертой главе** обоснована система и технология открытой разработки с внутренним отвалообразованием при разработке перспективных угольных залежей.

Предложена концепция отработки карьерных полей перспективных угольных месторождений.

Установлено, что влияние горизонтальной мощности свиты на высоту внутреннего отвала не существенно. Существенно влияет на высоту внутреннего отвала угленосность свиты, характеризующаяся коэффициентом угленосности. Увеличение угленосности свиты на 10% приводит к снижению высоты отвала на 8%.

Для практических расчётов при проектировании технологии предложено использовать зависимости высоты отвала от глубины карьерного поля и коэффициента угленосности, что предопределяет отсыпку многоярусных отвалов (до 5 ярусов) с суммарной высотой не более 200м.

В **пятой главе** разработана технология складирования вскрышных пород во внешний автомобильный низкопрофильный отвал.

Определена оптимальная высота, конструкция и последовательность отсыпки отвала. В результате математического и графического моделирования произведена оценка экономической эффективности низкопрофильного отвала перед многоярусным.

Благодаря тому, что низкопрофильный отвал является позитивной ландшафтной единицей от которой возможно получение дохода, то в работе приведен пример использования площадей отвала и расчет предполагаемого дохода.

В **шестой главе** разработана модель оценки эффективности предлагаемых технологий и область их применения.

Разработан метод оценки землеемкости угольных разрезов при видоизменении используемых системы открытой разработки. Оценена эффективность производства открытой угледобычи: на полях ликвидированных шахт; эффективность поперечных систем разработки с бестранспортной и комбинированной бестранспортно-транспортной технологиями; масштаб возможного применения новых систем разработки, технологий и объекты внедрения технологических решений

Заключение диссертации содержит основные выводы по работе.

3. Оценка степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности

Автором сформулированы пять научных положений выносимых на защиту.

Первое научное положение: «Параметры технологического процесса перехода от углубочных продольных к сплошным поперечным системам разработки наклонных и крутопадающих залежей в условиях действующих карьерных полей угольных разрезов определяются матрицей синхронизации систем, которая включает в себя в качестве элементов показателя фактического функционально-структурного состояния горных работ и возможные варианты их развития в переходный период (п. 3 Паспорта специальности ВАК РФ).».

- положение обосновывается разработанным комплексом по выбору систем открытой разработки с предложенной системой оценочных критериев. Доказана потенциальная возможность значительного совершенствования технологии открытой угледобычи в Кемеровской области. Сложность решения таких задач заключается в серьезной корректировке морально устаревших положений реализуемых проектов в условиях действующего производства.

Произведена детализация классификационных признаков техногенного ресурса (выработанного пространства карьера), использование которых позволило разработать решения по корректировке в большую сторону долевого участия внутреннего отвалообразования на угольных разрезах Кемеровской области и выработать инструментарий уменьшения избыточного выработанного пространства. Разработана технико-экономическая модель процесса преобразования углубочной

продольной в поперечную сплошную систему открытой разработки и обоснованы параметры и показатели технологического перехода

Второе научное положение: «Систематизированные варианты комбинированной транспортно-бестранспортной технологии перемещения вскрышной породы во внутренний отвал при углубочно-сплошной поперечной однобортной системе открытой разработки породугольного массива ликвидированных шахт, определяются интервальными рядами динамики диапазоном 142–680 тыс.мз/год при высоте рабочей зоны 30–120 м. (п.п. 3,4 Паспорта специальности ВАК РФ).»

Доказано, что для вновь создаваемых карьеров задача проектирования структуры комплексной механизации с помощью динамики рядов, состоит в комплексном выборе типов основных и вспомогательных машин, в расчете производительности оборудования и его количества. Для действующих карьерах такая задача состоит в оптимизации типов и параметров оборудования в увязке их с параметрами оборудования других процессов.

Установлено, что расширение области открытой разработки полей ликвидированных шахт достигается за счет применения поперечной сплошной системы разработки крутопадающих залежей по транспортной и бестранспортной технологий с рекультивацией нарушенных земель вслед за подвиганием фронта горных работ. Для решения этой задачи была выполнена систематизация технологических вариантов разработки забойной стороны карьерного поля и перемещения породы во внутренний отвал по следующим классификационным признакам: способ перемещения вскрышных пород во внутренний отвал; способ разработки породугольных заходов; конструкция внутренних отвалов по технологическим зонам; способы доставки породы по ярусам внутреннего отвала; способ разработки рыхлых отложений.

Третье научное положение: «Блочно-слоевая система разработки перспективных угольных залежей с автотранспортной перевозкой вскрыши на границу разделения забойной и отвальной сторон карьерного поля и дальнейшей перевалкой в выработанное пространство по бестранспортной технологии функционально устанавливается от параметров угленасыщенной зоны, что предопределяет отсыпку серийно изготавливаемыми драглайнами 2–5 ярусных отвалов с высотой 38–193м. (п.п.3,4 Паспорта специальности ВАК РФ).»

Установлено незначительное влияние горизонтальной мощности свиты на высоту внутреннего отвала. Так при увеличении горизонтальной мощности свиты на 100м высота отвала возрастает на 0,8%, причём при любых значениях высоты забойной зоны и угленосности свиты. Существенно влияет на высоту внутреннего отвала угленосность свиты, характеризуемая коэффициентом угленосности. Увеличение угленосности свиты на 10% приводит к снижению высоты отвала на 8%.

Четвертое научное положение: «В период эксплуатации карьерного поля складирование вскрышных пород во внешнем низкопрофильном отвале обеспечивает положительное преобразование естественного рельефа местности на территории горного отвала, что обуславливается выделением этапов отсыпки равных 1 году и способствует сокращению дальности транспортирования от первого к последнему году формирования искусственных насыпей и снижению эксплуатационной земельности (п.п.3,4 Паспорта специальности ВАК РФ).»

- положение обосновывается тем, что низкопрофильный отвал даёт преимущество в сокращении плеча транспортирования и сокращения сроков рекультивации земель, т.к. отсыпка начинается с самых дальних участков к более ближним, чем приводится в соответствие дальность транспортирования и высота подъема горной массы. В результате моделирования установлено, что возможно сократить расстояние транспортирования с 5,2км (низкопрофильный отвал) до 3,5км (переформированный низкопрофильный отвал) против 3,8км (высокий многоярусный отвал), а так же сократить площадь арендуемых земель на 400Га, что благоприятно отражается на экономических показателях отсыпки низкопрофильного отвала.

Пятое научное положение: «Эффективность технологических решений обусловлена выделением этапов: 1 разработка карьерного поля с внешним отвалообразованием; 2 сооружение емкости под внутренний отвал; 3 внутреннее отвалообразование; совокупно оцениваемых величиной текущей землеемкости, на первом этапе экспоненциально зависимой от возрастания годовой производственной мощности или убывающей только при низкопрофильном отвалообразовании, на втором этапе линейно убывающей в 1,5-2 раза относительно изначального уровня и минимальной на третьем этапе.. (п.п.3,4 Паспорта специальности ВАК РФ)».

- положение обосновывается анализом полученных показателей ресурсопотребления различными вариантами систем разработки с доказательством того, что для заданных условий наименьший обобщённый энергетический показатель соответствует поперечной однобортной системе разработки.

Угруппированная технико-экономическая оценка показывает, что эффективность сплошной поперечной системы разработки в значительной степени зависит от долевого участия внутреннего отвалообразования в общем объеме вскрыши в граничных контурах разреза.

4. Научная новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы состоит в обосновании параметров комбинированной транспортно-бестранспортной технологии при последовательном перемещении вскрышных пород в проектируемых конструкциях рабочей зоны углубочно-сплошной поперечной однобортной системе разработки; обосновании производительности технологических комплексов, определяемой интервальными рядами динамики; в развитии классификационных признаков выработанного пространства; установлении последовательности отработки карьерного поля взаимосвязанной с знакопеременными колебаниями производственной мощности.

Новыми результатами являются установленные параметры низкопрофильного внешнего автомобильного отвала, доказательство эколого-экономической эффективности новой технологии внешнего отвалообразования; метод прогноза и способы регулирования текущей землеемкости, как для углубочной продольной и сплошной поперечной систем разработки, так и в процессе их последовательного преобразования.

5. Обоснованность и достоверность полученных выводов и рекомендаций обеспечивается представительностью исходных данных; сопоставимостью полученных данных как с предыдущими научными исследованиями, так и с результатами математического моделирования, аналитических расчетов и эксперимен-

тальных исследований и подтверждается соответствием полученных результатов фундаментальным положениям открытой геотехнологии.

6. Практическая значимость работы состоит в том, состоит в том, что ее результаты позволяют: идентифицировать технологический процесс преобразования углубочных продольных в поперечные сплошные системы разработки в зависимости от главного направления развития горных работ в карьерном поле и пространственного развития внешнего отвала; определять структуру технологических схем и соответствующую производительность по горной массе при производстве открытых горных работ на полях ликвидированных шахт; определять технологическую схему и высоту рабочей зоны при последовательном перемещении вскрыши в забойной стороне по транспортной технологии и на отвальной по бестранспортной; обеспечить соответствие технологии внешнего отвалообразования с использованием автомобильного транспорта и экологичности горного производства.

Таким образом, научная новизна полученных результатов не вызывает сомнений, а их достоверность подтверждается положительными результатами апробации рекомендаций.

7. Личным вкладом автора является постановка целей и задач исследования; формулировании идеи достижения цели; анализ горно-геологических условий разработки наклонных и крутопадающих пластов на месторождениях Кузбасса; обобщение недостатков систем и технологий разработки, осуществленном по материалам проектов и фактического состояния горных работ на угледобывающих предприятиях Кемеровской области; разработка технологических схем внутреннего отвалообразования при различных сочетания технологических комплексов; разработка методик расчета параметров и показателей технологического преобразования систем открытой разработки; обоснование нового варианта складирования вскрышных пород во внешний отвал.

8. Рекомендации по использованию результатов диссертации.

Результаты работы можно рекомендовать к использованию при планировании горных работ и обосновании технологии разработки угольных месторождений разрезами как действующих, так и вновь проектируемых карьеров, а также в учебном процессе вузовской подготовки студентов горного профиля.

В целом диссертационную работу отличает достоверность, новизна и практическая значимость основных положений, выводов и рекомендаций.

9. По представленной диссертационной работе и автореферату имеются следующие замечания:

1. В актуальности работы отмечено, что «..состояние ресурсосберегающих технологий ...характеризуется отсутствием ... теоретической базы». Но в самой работе также отсутствует отдельная глава, посвященная ресурсосберегающим технологиям, методам их оценки, критериям оценки.

2. Почему только с помощью матрицы синхронизации систем (первое научное положение) можно определить параметры технологического процесса перехода от углубочных продольных к сплошным поперечным системам разработки.

3. Численные значения, приведенные во втором научном положении, в явном виде отсутствуют в тексте диссертации и автореферата.

4. Вопросы определения высоты яруса, технологии формирования многоярусного отвала и расположения его относительно контура карьера по критерию минимума затрат теоретически проработаны проф., д.т.н. Галкиным В.А., но не нашли отражения в диссертации.

5. В автореферате и диссертации не отражена организация безопасного ведения горных работ на участках ликвидированных шахтных полей, наблюдения за состоянием разрабатываемого массива и оценки удорожания вследствие этого процесса добычи.

6. Имеется замечание по оформлению и представлению информации в тексте диссертационной работы:

- анализ работ по теме диссертации разбросан по всем главам работы, что затрудняет выделение результатов, полученных лично автором;

- отсутствует анализ опыта внутреннего образования при отработке крутопадающих залежей на рудных карьерах;

- приводятся известные технологические решения («Технология сооружения насыпных съездов» стр. 164);

- сложно воспринимаемые выражения «...интервальный ряд динамики диапазоном 142-680 тыс. мЗ ...». Динамики чего?;

- все расчеты ведутся по разрезам без использования современных программных комплексов;

- имеются многочисленные опечатки и пропуски слов по тексту диссертации («...низко профильный отвал...», «...одно бортовая система...» и т.д.).

10. Заключение и выводы по диссертации.

Представленная Селюковым Алексеем Владимировичем к защите диссертационная работа на тему: «Обоснование и разработка ресурсосберегающих технологий открытой угледобычи на карьерных и отработанных шахтных полях» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технологические решения по повышению эффективности складирования вскрышных пород в низкопрофильный отвал и выработанное пространство наклонных и крутопадающих месторождений Кузнецкого угольного бассейна для различных сочетаний технологических комплексов, включающие: комплексное обоснование систем и технологий открытой разработки с учетом параметров пластовых залежей и техногенного ресурса выработанного пространства, установление оптимальных параметров внешнего отвалообразования, способы регулирования землеемкости угольных разрезов, что имеет важное социально-экономическое значение не только для Кемеровской области, но и для других угольных бассейнов России. Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Указанные выше замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы.

По области проведенных исследований и содержанию рецензируемая работа соответствует научной специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная открытая и строительная)».

Диссертационная работа Селюкова Алексея Владимировича отвечает критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Автор диссертации Селюков Алексей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная открытая и строительная)»

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
директор института горного дела и
транспорта, заведующий кафедрой
«Разработки месторождений полезных
ископаемых»



Гавришев С.Е

Я, Гавришев Сергей Евгеньевич, согласен на обработку персональных данных.

Подпись доктора технических наук, профессора, директор института горного дела и транспорта, заведующего кафедрой «Разработки месторождений полезных ископаемых» Гавришева Сергея Евгеньевича заверяю:

Начальник отдела делопроизводства

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»



Д.Г. Семенова

Гавришев Сергей Евгеньевич доктор технических наук, профессор, директор института горного дела и транспорта, заведующий кафедрой «Разработки месторождений полезных ископаемых»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Почтовый адрес:

Россия, 455000, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Телефон: (3519) 29-85-75

E-mail: ormpi-cg@mail.ru

<https://www.magtu.ru/>

«26» февраля 2020 г