

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу Злобиной Елены Владимировны «Обоснование рациональной высоты бестранспортного уступа и технологических параметров драглайна при смешанной системе разработки пологого пласта» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»

На отзыв представлена рукопись диссертационной работы, включающая четыре главы, заключение и приложения, изложенная на 163 страницах машинописного текста, содержащая 30 таблиц, 51 рисунок и список литературы из 143 наименований.

### **1. Актуальность избранной темы.**

В диссертационной работе представлены результаты исследований, направленных на совершенствование эффективности смешанной (углубочно-сплошной) продольной однобортной системы разработки, которая применяется при разработке месторождений Кузнецкого бассейна с пологим залеганием пластов. Такие условия залегания пластов имеют место, как на существующих разрезах, так и на перспективных участках угленосных районов.

Смешанная система разработки характеризуется применением транспортной и бестранспортной технологии отработки вскрышных пород. Преимущество смешанной системы разработки заключается в возможности снизить затраты на ведение горных работ за счет перемещения породы бестранспортного уступа во внутренний отвал без применения транспорта. При этом необходимо выбрать высоту бестранспортного уступа таким образом, чтобы удельные затраты на вскрышные работы в бестранспортной зоне, не превышали соответствующих удельных затрат в транспортной зоне. Не обоснованное увеличение высоты бестранспортного уступа с одной стороны сокращает объем более дорогой транспортной вскрыши, но с другой стороны влечет за собой ухудшение технико-экономических показателей бестранспортной зоны за счет увеличения объемов переэкскавации.

В производственных условиях высота бестранспортного уступа выбирается из соображений согласованного развития транспортной и бестранспортной зон, нарушение которого влечет за собой либо простои драглайнов, либо увеличение текущего коэффициента вскрыши за счет опережающего развития транспортной зоны. При этом оценка и, следовательно, реализация резерва снижения общих затрат на вскрышные работы за счет оптимизации высоты бестранспортного уступа остаются за пределами принимаемых технологических решений.

При разработке технологических схем в бестранспортной зоне на стадии проектирования в заданных условиях залегания пласта и принятых технологических параметрах драглайна применяется простейший метод вариантов – обчисляется ограниченное количество схем по полному кругу затрат на вскрышные

работы по обеим технологическим зонам и выбирается такой вариант, который имеет наименьшие затраты. В этом случае задача усложняется также тем, что возникает необходимость рассмотрения различных моделей драглайнов с различными технологическими параметрами (длиной стрелы и емкостью ковша экскаватора).

Анализ состояния вопроса, выполненный автором диссертационной работы, показал, что в настоящее время отсутствует обобщенный методологический подход, основанный на закономерностях изменения технико-экономических показателей в зависимости от горно-геологических условий залегания пласта и технологических характеристик драглайнов. Решению этой актуальной научно-технической задачи и посвящена рецензируемая работа.

Достоинством диссертационной работы, подтверждающим ее актуальность, является то, что она выполнена в рамках нескольких договоров по заявке ОАО «УК «Кузбассразрезуголь».

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Научные положения, сформулированные в диссертации, сводятся к следующим утверждениям:

1. По мере увеличения высоты бестранспортного уступа при переходе к схемам экскавации с отсыпкой трехъярусного отвала в связи с необходимостью создания промежуточного навала и трасс подъема на ярусы отвала имеет место резкое увеличение общего коэффициента переэкскавации, усложнение организации работ, которые обуславливают снижение скорости подвигания фронта работ в 1,5 – 2,0 раза по сравнению со схемами с отсыпкой двухъярусного отвала.

2. Выполнение условий согласованного развития транспортной и бестранспортной зон по мере разработки карьерного поля при соответствующих объемах вскрышных работ дает основание для оптимизации технологических параметров по технико-экономическим показателям бестранспортной зоны.

3. Рациональную высоту бестранспортного уступа, обеспечивающую минимальные затраты на вскрышные работы при использовании драглайнов с длиной стрелы 50 – 100 м, целесообразно принимать на 5 – 10 м меньше по сравнению с максимально возможной высотой уступа при отсыпке двухъярусного отвала.

4. Заданная скорость подвигания фронта горных работ обеспечивается различными комбинациями емкости ковша и длины стрелы экскаватора-драглайна, конкретные значения которых при имеющихся горно-геологических условиях залегания пласта необходимо устанавливать исходя из минимальной массы возможных вариантов моделей драглайна.

*Первое научное положение* является следствием решения первой поставленной задачи. Обоснованность научного положения обусловлено методологией решения этой задачи, которая включает в себя систематизацию схем экскавации, разработку математической модели расчета технологических показателей схем экскавации и их расчет, установление закономерности влияния горнотехнических условий на технологические показатели бестранспортной зоны.

Систематизация выполнена на основе анализа практически применяемых схем на разрезах Кузбасса, являющихся аналогом Райчихинской схемы, а также представленных в научной литературе и проектных разработках. В качестве классификационного признака принято количество отсыпаемых ярусов внутреннего отвала, которое зависит от высоты бестранспортного уступа, определяет структуру схемы экскавации. Под структурой бестранспортной схемы экскавации понимается число этапов разработки породной толщи и технологическая взаимосвязь между ними. Естественно, что с увеличением высоты бестранспортного уступа происходит эволюция схем экскавации от простых структур к более сложным.

Расчет технологических показателей схем экскавации базируется на графоаналитических моделях соответствующих различным классификационным группам разработанной систематизации. При этом в достаточно полной мере учтены параметры залегания пласта, технологические параметры драглайна, требования к устойчивости внутреннего отвала при различном количестве ярусов, организация работы драглайна в зависимости от высоты бестранспортного уступа и его положения на развале взорванной горной массы.

Исходные данные при выполнении многовариантных расчетов находились в пределах соответствующих их фактическим значениям для перспективных и разрабатываемых месторождений Кузбасса с пологим залеганием пластов. Что касается параметров драглайна, то к рассмотрению приняты не только уже существующие на разрезах модели экскаваторов, но и теоретически возможные их варианты, отличающиеся своей массой, длиной стрелы и емкостью ковша. Допустимые соотношения названных параметров принимались в соответствии с закономерностями их изменения, установленными заводами-изготовителями.

Следует особо отметить, что рассмотрение драглайнов с теоретически возможными технологическими параметрами значительно повышает общность и, соответственно, значимость диссертационной работы. Кроме того, такой подход согласуется с необходимостью индивидуального выбора или создания выемочного оборудования в соответствии с имеющимися условиями залегания пласта.

В результате расчетов выполненных с использованием прикладных компьютерных программ определялся широкий круг технологических параметров, включающих в себя линейные размеры схем, производительность оборудования, объемы вскрыши по транспортной и бестранспортной зонам и другие. Наибольшее внимание при этом уделено коэффициенту переэкскавации горной массы и скорости подвигания фронта работ, поскольку они используются автором при решении других задач, поставленных в работе. Закономерности их изменения устанавливались путем статистической обработки результатов численных экспериментов при различных исходных данных.

Таким образом, достаточно полно выполненный анализ схем экскавации, разработанная на этой основе систематизация по обоснованному классификационному признаку, адекватные графоаналитические модели в сочетании с прикладными компьютерными программами позволяют считать первое научное положение обоснованным.

*Второе научное положение* основано на общепринятых теоретических принципах горно-геометрического анализа карьерных полей с дополнительной детализацией применительно к смешанной системе разработки.

Необходимость решения соответствующей задачи диссертационной работы обусловлена рекомендациями акад. В. В. Ржевского который отмечал, что «расчет эффективности перевалки целесообразно выполнять на основе предварительного построения графиков режима горных работ, на которых показываются изменения основных расчетных величин».

Установленная совокупность условий согласованного развития транспортной и бестранспортной зон и учет этих условий позволяют установить ожидаемое соотношение объемов соответствующих объемов вскрышных работ, что является необходимым при оценке общих затрат на вскрышные работы.

Кроме того, выполнение этих технологически необходимых условий позволяет при обосновании рациональной высоты бестранспортного уступа ограничиться только исследованием технико-экономических показателей бестранспортной зоны.

*Третье научное положение* является следствием исследования технико-экономических показателей. Для повышения степени обоснованности положения и установления причинно следственных связей последовательно рассматриваются общие затраты на вскрышные работы (по двум технологическим зонам) и удельные затраты отдельно по транспортной и бестранспортной зонам. При этом расчет ведется по типовому подходу с учетом основных технологических процессов открытых горных работ, которые имеют место при смешанной системе разработки – буровзрывные, выемочно-погрузочные, транспортные и отвальные работы. В соответствии с идеей диссертационной работы в качестве управляющего фактора принята высота бестранспортного уступа.

Диапазон исходных данных, связанных с удельными затратами по перечисленным технологическим процессам, выбран таким образом, чтобы он охватывал практически все существующие значения прочности взрываеваемых пород и расстояний транспортирования вскрыши из верхней транспортной зоны.

Автором установлено, что существует слабо выраженный минимум общих затрат на вскрышные работы, который лежит левее такой высоты бестранспортного уступа, которая соответствует полному заполнению двухъярусного отвала. Существенно важным является тот факт, что при увеличении высоты бестранспортного уступа до значений, требующих отсыпки трехъярусного отвала общие затраты на вскрышные работы резко возрастают.

На следующем шаге исследуются удельные затраты на вскрышные работы отдельно по зонам. Характер их изменения в зависимости от высоты уступа во всем принятом диапазоне исходных данных свидетельствует о том, при переходе к схемам с отсыпкой трехъярусного отвала бестранспортная технология становится дороже транспортной.

В диссертационной работе дано объяснение этих закономерностей и раскрыта их технологическая природа.

Таким образом, второе и третье научные положения, полученные на основе комплексных аналитических и теоретических исследований объемов горных

работ и технико-экономических показателей смешанной системы разработки, считаем обоснованными.

*Четвертое научное положение* сформулировано по результатам решения соответствующей задачи диссертационной работы, связанной с рекомендациями по выбору технологических параметров драглайна для бестранспортной зоны смешанной системы разработки в зависимости от условий залегания пласта.

Базовыми положениями при этом являлись установленные и обоснованные в предыдущих разделах зависимости высоты бестранспортного уступа при двухъярусном отвале и скорости подвигания фронта работ в зависимости от принятых горнотехнических условий, а также рекомендуемая заводами-изготовителями формальная взаимосвязь технологических параметров драглайна.

При разработке технологических схем на стадии проектирования разреза задается его производственная мощность, которая определяет скорость подвигания фронта работ. Скорость подвигания фронта, в свою очередь, может обеспечиваться различными комбинациями емкости ковша и длины стрелы экскаватора-драглайна. Следуя общим рекомендациям акад. Н. Н. Мельникова из возможных вариантов базовых моделей экскаваторов, обеспечивающих заданную скорость подвигания, выбирается тот, который имеет наименьшую массу.

Такой подход к решению рассмотренной задачи представляется обоснованным, что свидетельствует об обоснованности научного положения.

### **3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации, достоверны с точки зрения корректности принятых допущений, использования результатов предыдущих исследований. В частности, степень влияния мощности и угла падения пласта на коэффициент переэкскавации горной массы согласуется с имеющимися данными в научной литературе.

По результатам автора схемы экскавации с отсыпкой трехъярусного отвала не обеспечивают преимуществ бестранспортной технологии по сравнению с транспортной с точки зрения затрат. Проверка этого результата по приближенной формуле, имеющейся в справочной и учебной литературе, для расчета предельного коэффициента переэкскавации при экономическом сравнении с транспортной технологией подтверждает справедливость этого результата.

О достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, свидетельствует также корректность графоаналитических моделей схем экскавации с последующим выполнением достаточного количества многовариантных расчетов в системе AutoCAD, адекватность математических моделей расчета технико-экономических показателей, количество вариантов расчетов, использованием исходных данных, основанных на фактических технико-экономических показателях работы горнотранспортного оборудования.

#### **4. Новизна научных положений, сформулированных в диссертационной работе**

Новизна научных положений, сформулированных в диссертации, определяется, прежде всего, общностью научных положений основанной на систематизации схем экскавации по выбранному классификационному признаку, а также рассмотрением теоретически возможного параметрического ряда драглайнов применительно к объекту исследования.

С формулировками научной новизны, представленными автором в диссертационной работе считаем возможным согласиться.

Если говорить о других новых результатах исследований, то следует также отметить обоснование того, что теоретически функциональная связь коэффициента переэкскавации от высоты бестранспортного уступа не является непрерывной функцией, как это принято в некоторых научных публикациях. Скачкообразные его изменения имеют место при увеличении количества отсыпаемых ярусов внутреннего отвала. Данный факт имеет объяснимую технологическую природу. Его количественная оценка дана впервые.

Этот результат имеет существенно важное значение, поскольку скачкообразное изменение коэффициента переэкскавации влечет за собой соответствующее увеличение технико-экономических показателей и создает предпосылки принятия технологических решений без привлечения дополнительных расчетов экономически показателей.

#### **5. Практическое значение диссертационной работы**

Предложенный алгоритм идентификации схем экскавации в зависимости от исходных горнотехнических факторов позволяет в практических условиях сократить количество вариантов технологических схем с целью их дальнейшего технико-экономического анализа.

Установленные формулы для определения максимальной высоты бестранспортного уступа, соответствующей отсыпке двухъярусного отвала, и скорости подвигания фронта работ являются технологическими критериями для выявления резервов повышения эффективности горных работ в производственных условиях.

Разработанные рекомендации позволяют устанавливать технологические параметры драглайна соответствующие горно-геологическим условиям конкретной залежи и заданной скорости подвигания фронта горных работ.

Выполненные научно-исследовательские работы по договорам с угольной компанией и полученные в рамках этих работ рекомендации являются подтверждением практической значимости результатов диссертации.

#### **6. Замечания по диссертационной работе**

1. В аналитической части работы акцент сделан на положопадающих месторождениях центрального Кузбасса. При этом в основном тексте диссертации и в заключении по ней отсутствует оценка возможности использования полученных результатов для других месторождений.

2. В четвертом научном положении не учитываются прочие параметры, влияющие на производительность экскаватора (угол поворота, высота уступа и пр.) и, следовательно, на скорость подвигания фронта горных работ.

3. Установленные условия согласованного развития не отмечены ни в научной новизне, ни в практической значимости.

4. В раздел, посвященный геологическим характеристикам угольных месторождений, излишне растянута за счет приведенных детальных свойств вскрышных пород, которые не требуются в дальнейшем материале.

5. В примере схемы взрывания уступа представлены не используемые в настоящее время средства инициирования

6. Имеются случаи несоблюдения единства терминологии, связанной с одним и тем же понятием.

### **7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу которая обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты в области технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Тема соответствует заявленной специальности

Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает доказательную базу защищаемых научных положений, выводы и рекомендации, а также научную и практическую ценность работы. Поставленные и решенные в работе научные задачи логически связаны, соответствуют научным положениям и обеспечивают достижение поставленной цели.

Диссертация написана технически грамотным языком, отличается логичностью построения, корректным применением специальной терминологии. Диссертация и автореферат оформлены с соблюдением существующих требований

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, пять из которых – в изданиях рекомендованных ВАК. Все поставленные задачи отражены в научных публикациях. Основные положения диссертации апробированы путем их обсуждения на конференциях различного уровня.

Замечания по диссертационной работе не снижают ее научной и практической ценности.


Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технологические решения по повышению эффективности смешанной системы разработки пологих угольных пластов, включающие в себя установление рациональной высоты бестранспортного ступа на стадии эксплуатации разреза и технологических параметров драглайна на стадии проектирования при заданных горно-геологических условиях залегания пласта, что имеет существенное значение для угледобывающих предприятий отрасли с открытым способом разработки месторождений.

Диссертация соответствует специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» в части пункта 4 области исследований «Соз-

дание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых».

На этом основании считаю, что автор диссертации Злобина Елена Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» в части пункта 4 области исследований «Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых».

Официальный оппонент кандидат технических наук, старший инженер департамента промышленности Кемеровской области

 \_\_\_\_\_ Федотенко Виктор Сергеевич

03 апреля 2017 г.

650064, Кемеровская область, г Кемерово, пр. Советский, 63.  
Тел. 384-2-75-83-66. E-mail: [victorfedotenko@mail.com](mailto:victorfedotenko@mail.com)

Подпись Федотенко В. С. заверяю



