

*На правах рукописи*



*Самойленко Алексей Геннадьевич*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УГЛЕЙ ХАРАНОРСКОГО РАЗРЕЗА**

*Специальность 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и  
строительная)*

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО РФ  
«Забайкальский государственный университет»

**Научный руководитель:**

**Овешников**

**Юрий Михайлович**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой открытых горных работ ФГБОУ ВПО «Забайкальский государственный университет», Почетный работник высшего профессионального образования РФ

**Официальные оппоненты:**

**Косолапов Александр Иннокентьевич**

доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой открытых горных работ ФГБОУ ВПО РФ СФУ

**Москаленко Татьяна Владимировна**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории комплексного использования углей ИГДС СО РАН

**Ведущая организация:**

ООО «Фирма по разработке и реализации эффективных новаций «Кузбасс-НИИОГР»

Защита диссертации состоится 30 июня 2014 г. в 14.00 на заседании диссертационного совета Д 212.299.01 при Забайкальском государственном университете (г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30, зал заседаний ученого и диссертационного советов).

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью организации, просим направлять по адресу: 672039, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30, ЗабГУ, ученому секретарю совета Д 212.299.01

Факс: (3022) 41-64-44; Web-server: [www.chitgu.ru](http://www.chitgu.ru);

E-mail: [root@chitgu.ru](mailto:root@chitgu.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО РФ «Забайкальский государственный университет»

Автореферат разослан \_\_ мая 2014 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.299.01,  
канд. техн. наук, доцент



И.А. Бондарь

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Угледобывающая промышленность России относится к одной из базовых жизнеобеспечивающих отраслей промышленной индустрии, определяющей устойчивое функционирование объектов экономики. Важнейшей составляющей топливной базы Российской Федерации являются бурые угли, на долю которых приходится 103,11 млрд. т или 51,4 % общих разведанных запасов углей в стране.

Потребность в буром угле ежегодно возрастает. Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2020 г.» в ближайшее десятилетие спрос на бурый уголь со стороны тепло- и электроэнергетики увеличится в 1,5...2 раза, что в среднем составит 60-75 млн. т/год. Поэтому к 2020 году объемы добычи бурого угля планируется довести до 105-142 млн. т/год.

В Забайкальском крае, где твердое ископаемое топливо является основным энергоносителем, суммарные объемы добычи угля в 2013 году составили 21,7 млн. т. Разработка месторождений угля осуществляется пятью крупными и пятью малыми разрезами. Несмотря на то, что разведанные запасы угля в Забайкалье составляют 1,2 % общероссийских, по добыче Забайкальский край стоит на четвертом месте среди угленосных регионов России.

Наиболее важным и перспективным для промышленного освоения является Харанорское месторождение. Это – основная эксплуатируемая топливно-энергетическая база Забайкальского края, запасы бурого угля составляют 1 105 915 тыс. т (25 % от общих разведанных запасов угля в крае). Основная часть добываемого Харанорского угля поставляется на тепло- и электростанции Читаэнерго, Амурэнерго, Хабаровскэнерго, Дальэнерго, частично бурый уголь используется в коммунально-бытовом секторе.

Анализ статистического материала, обобщение результатов ранее выполненных исследований показывают, что на фоне снижения качественных характеристик бурого угля в естественном залегании требования потребителей к качеству товарного угля в настоящее время значительно возросли, а вопросы повышения его качества, методы управления качеством при добыче исследованы не достаточно полно.

Для интенсификации добычи угля и выхода на новые рынки сбыта в 2006 году на Международном форуме в Москве «Энергетика и уголь России» была поставлена необходимая задача устойчивого приближения качественных характеристик российского добываемого угля (зольность, влажность, теплота сгорания, выход летучих и др.) к мировым стандартам. Следовательно, изучение потребительской ценности бурых углей, контроль и управление их качеством в режиме усреднения с учетом технологических возможностей, а также технических и договорных требований к качеству является актуальной задачей повышения эффективности открытой разработки бурого углей месторождений.

Тема диссертационной работы тесно связана с выполненными на кафедре ОГР ЗабГУ госбюджетными и хоздоговорными работами, включенными в отраслевые программы.

**Цель работы** состоит в совершенствовании методов управления качеством энергетических углей Харанорского разреза.

**Основные задачи:**

- дать оценку состояния и перспектив добычи бурого угля в России и Забайкалье;
- выполнить критический анализ методов управления качеством бурых углей, применяемых на разрезах Российской Федерации (технология ведения открытых горных работ, сортировка, усреднение, селективная выемка, брикетирование и др.);
- исследовать изменение основных качественных характеристик (зольность и влажность) бурого угля Харанорского месторождения по падению и простиранию пласта, используя методы математической статистики и данные эксплуатационной разведки;
- разработать методику оперативного планирования и оптимизации суточной добычи бурого угля с учетом его качества, экономической эффективности и технологических возможностей;
- усовершенствовать технологию и метод управления качеством бурых углей на Харанорском разрезе, используя на добыче роторный экскаватор совместно с перегружателем П-1600.

**Идея работы** заключается в том, что повышение качества бурого угля, удовлетворяющее требованиям потребителя, обеспечивается путем усреднения его в процессе суточной добычи, на основе совершенствования методов управления качеством, оперативного планирования и применения новых технических и технологических решений.

**Методы исследований.**

Использованы современные методы исследований включая: анализ статистических данных, обобщение результатов ранее выполненных исследований по проблемам технологии открытой разработки угольных месторождений; патентно-информационные, теоретические и натурные исследования; методы математической статистики и программные средства расчетов на ЭВМ; опытно-промышленные испытания и технико-экономический анализ результатов.

**Объект исследования** – Харанорское буроугольное месторождение Забайкальского края и технология его открытой разработки.

**Предмет исследования** – методы управления качеством бурого угля Харанорского месторождения.

**Защищаемые научные положения.**

1. Выявлены закономерности изменения зольности и влажности угля Харанорского месторождения как по простиранию так и по падению пласта, обеспечивающие оперативное многозабойное управление технологическим процессом добычи и стабилизацию качества угля в транспортных потоках.

2. Разработанная методика оперативного планирования и оптимизации суточной добычи бурого угля позволяет оценить экономическую эффективность от повышения качества угля при суточном планировании добычных работ и обеспечить эффективное управление горнотранспортным

потоком угля на разрезе.

3. Применение роторного экскаватора в сочетании с перегружателем П-1600 обеспечивает прирост прибыли за счет сокращения простоев экскаваторов, снижения эксплуатационных потерь при отработке западения почвы пласта, при селективной выемке угля, и управления его качеством непосредственно в забое путем усреднения.

**Обоснованность и достоверность** научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- корректным решением поставленных задач;
- необходимым и представительным объемом выполненных исследований;
- удовлетворительной сходимостью результатов, экспериментальных и теоретических исследований;
- положительными результатами внедрения новых технологий и рекомендаций в рабочие проекты и горное производство (основные выводы и предложения проверены и подтверждены в промышленных условиях ОАО СУЭК «Разрез Харанорский»).

**Научная новизна работы.**

1. Установлены основные закономерности повышения зольности харанорских углей по падению пласта, а также по простиранию в направлении с севера на юг.

2. Установлены основные закономерности повышения влажности харанорских углей по падению пласта, а также по простиранию в направлении с юга на север.

3. Диапазон колебаний качественных характеристик харанорского угля (зольность и влажность) варьирует соответственно от 6,4 до 55,6 % и от 20,6 до 50,3 %.

4. Разработана методика системной оценки качества и технологических свойств углей, позволяющая оценить экономическую эффективность от повышения качества угля при суточном планировании добычных работ и обеспечивающая непосредственное управление горнотранспортным потоком угля.

**Практическая значимость работы** заключается в следующем:

1. Обоснована целесообразность применения новой технологии разработки угольных пластов Харанорского месторождения роторным экскаватором в сочетании с перегружателем П-1600, обеспечивающей повышение качества добываемого угля непосредственно в забое.

2. Разработан способ рационального управления качеством бурого угля Харанорского месторождения, основанный на усреднении, селективной выемке и оперативном планировании в процессе его суточной добычи.

**Личный вклад автора.**

- разработка идеи и определение цели работы;
- постановка задач исследования, разработка теоретической основы методов их решения и анализ результатов;
- организация и проведение экспериментальных исследований, опытно-

промышленных испытаний и внедрения в промышленное производство предложенных технологий добычи бурого угля;

- статистическая обработка результатов исследований и проведение математических расчетов с помощью ЭВМ.

Автор является исполнителем научно-исследовательских работ, включенных в отраслевые комплексные программы. Практическое внедрение теоретических разработок осуществлялось при непосредственном участии автора на предприятии ОАО «Харанорский бурогольный разрез», а также при выполнении научно-исследовательских работ в период с 2000-2013 гг.

#### **Реализация результатов исследований.**

1. Результаты исследований по повышению качества бурых углей внедрены в производство на предприятии ОАО СУЭК «Разрез Харанорский» и в учебный процесс ФГБОУ ВПО РФ «ЗабГУ».

2. Основные положения диссертации использованы при разработке раздела ОВОС «Оценка воздействия разреза «Харанорский» на окружающую среду и экологическое обоснование хозяйственной деятельности» (Чита, 2000 г.), раздела ООС «Охрана окружающей среды» скорректированного проекта разреза «Харанорский» по техническому заданию ОАО «Востсиб-гипрошахт» (Иркутск-Чита, 2003 г.).

**Апробация работы.** Основные положения, результаты, выводы и рекомендации, полученные в результате выполненных научно-исследовательских работ и вошедшие в диссертацию, докладывались на: научно-практической конференции главных специалистов горных предприятий Забайкалья, научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава сотрудников и студентов ЗабГУ (Чита, 2010-2013 гг.), Научном симпозиуме «Неделя горняка» (Москва, 2010, 2013, 2014 гг.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 8 научных работ. Из них 4 в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Объем и структура диссертационной работы.** Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка – 91 наименований и включает 144 с. машинописного текста, 28 таблиц, 33 рисунка и 4 приложений.

**В первой главе** представлена характеристика угольных месторождений и бассейнов России, дана оценка состояния и перспектив добычи угля в России, проведен анализ современных способов усреднения качества добываемых углей и обоснован объект и предмет исследований.

**Во второй главе** выполнен анализ состояния исследований, связанных с управлением качества бурого угля при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, дана оценка методов управления качеством бурых углей (сортировка угля по гранулометрическому составу, усреднение, брикетирование).

**В третьей главе** представлены особенности объекта исследования – Харанорского бурогольного месторождения: проведены исследования качественных показателей угля, определены факторы, влияющие на качество добываемого угля, дана оценка влияния технологии разработки на качествен-

ные характеристики угля, выполнен статистический анализ изменения зольности и влажности харанорского угля по простиранию и падению пласта на основании геологоразведочных работ, а также по итогам работы разреза в различные годы.

**В четвертой главе** приведена методика суточного планирования добычи угля с учетом требований качества и экономической эффективности, сформулированы задачи планирования добычных работ для условий Харанорского разреза, рассчитана экономическая эффективность управления качеством в режиме усреднения, выполнен пример решения задачи управления качеством по данным статистического анализа влажности и зольности угля для двух вариантов, доказана целесообразность применения перегружателя П-1600 для повышения эффективности добычных работ и повышения качества добытого угля, определен расчетный экономический эффект применения перегружателей.

**В заключении** обобщены основные результаты исследований, полученные в соответствии с поставленными задачами.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю профессору, д-ру техн. наук Ю.М. Овешникову, а также всему коллективу кафедры открытых горных работ ЗабГУ за конструктивные предложения и поддержку при проведении теоретических, экспериментальных исследований, их практической реализации и внедрении в производство. Особую благодарность автор выражает д-ру техн. наук, профессору кафедры открытых горных работ ЗабГУ Ю.В. Субботину за научные консультации.

Разработка ряда практических рекомендаций, проведение экспериментальных исследований в натуральных условиях, промышленные испытания и внедрение были бы невозможны без помощи и поддержки специалистов и руководителей ОАО «Разрез Харанорский», которым автор выражает свою признательность.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Существенный вклад в разработку теоретических основ комплексного использования и обеспечения качества добываемых твердых полезных ископаемых – бурого и каменного угля, руд цветных и черных металлов внесли известные ученые России и бывшего СССР: А.А. Абрамов, М.И. Агошков, С.Я. Арсеньев, С.П. Артюшин, П.П. Бастан, И.С. Благов, В.Д., Д.И. Боровский, В.Ф. Бызов, В.С. Коваленко, Л.Л. Косенко, А.И. Косолапов, А.П. Красавин, Г.Г. Ломоносов, В.В. Манкевич, О.А. Мисевра, В.П. Мязин, И.В. Пономарев, С.И. Протасов, В.В. Ржевский, А.А. Сысоев, К.Н. Трубецкой, П.И. Томаков, Т.Г. Фоменко, Г.А. Холодняков, О.К. Щербаков, М.И. Щадов и др.

Значительный вклад в развитие теории усреднительных процессов и методов усреднения качественных характеристик бурого угля внесли: В.Е. Аврамов, Е.И. Азбель, Н.М. Белик, И.С. Буктуков, В.Д. Буткин, Ю.В. Введенский, Л.С. Винницкий, Ф.Г. Грачев, К.С. Дьяченко, В.И. Зарайский, К.В. Казанский, В.И. Каплунов, Е.К. Клубличкин, Е.И. Ключкин, А.И. Корякин,

К.Б. Николаев, М.Г. Новожилов, В.Я. Онофрийчук, В.И. Ревнивцев, Ю.А. Рыжов, Н.В. Федоров, Н.И. Федорякин, И.П. Федотов, Р.Р. Шаль, А.В. Швыдкин, Л.П. Шупов и др., а также коллективы научно-исследовательских, проектно-конструкторских институтов и вузов – Гипроуглемашобогатение, УкрНИИуглеобогатение, НИИОГР, КузбассНИОГР, МГГУ, Санкт-Петербургский, Иркутский, Забайкальский государственные технические университеты и др.

Потребители оценивают качество товарной продукции бурого угля по наиболее значимым для данного производства показателям: зольности, влажности, теплотворной способности и гранулометрическому составу добытого бурого угля или совокупностью некоторых из них. Например, увеличение зольности и влажности снижает качество товарного угля, ухудшает показатели работы котельных и электростанций, усложняет технологический процесс его сжигания в топках.

Анализ проведенных ранее исследований и имеющихся публикаций показывает, что основными методами управления качеством бурого угля являются: технология ведения горных работ, сортировка, усреднение, брикетирование и селективная добыча.

Наиболее просто задача стабилизации качества полезного ископаемого решается путем смешивания в общем грузопотоке, в том числе и на специальных усреднительных комплексах отдельных объемов добытого угля с разными показателями качества.

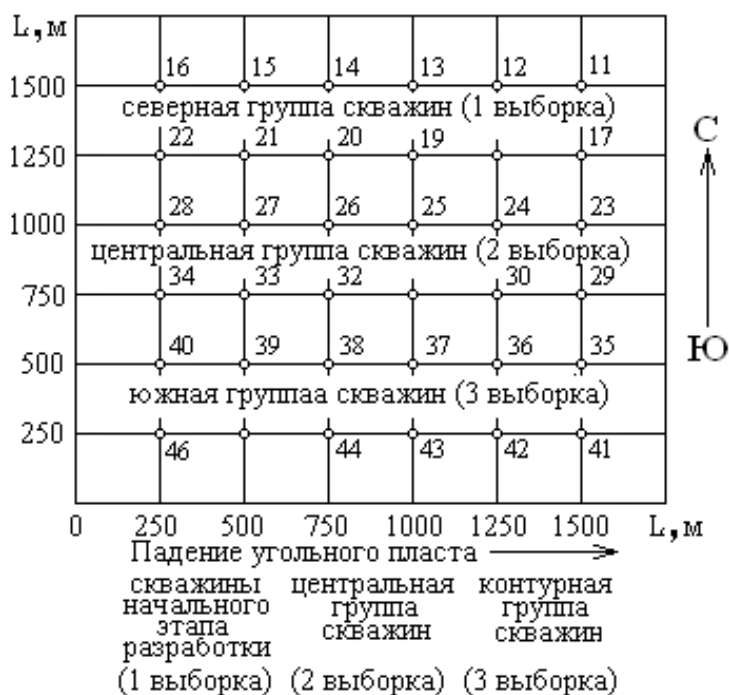
Для условий Харанорского угольного разреза, когда добываемый роторными экскаваторами из четырех-пяти забоев бурый уголь усредняется по вагонно при формировании составов, необходимо решить следующие задачи: определить критические значения зольности и влажности, обеспечивающие получение наибольшего экономического эффекта или наибольшей прибыли от управления качеством угля в режиме усреднения, выявить статистические закономерности качественных характеристик угля – зольности и влажности по данным контрольного анализа службы ОТК.

Необходимость проведения дополнительных исследований качественных характеристик Харанорского угля обусловлена также и сложностью строения пласта Засбросовой части карьерного поля №1.

Залегающий здесь пласт Новый 1а содержит 96,7 % всех запасов и до 10 породных прослоек мощностью от 0,1 до 3,6 м.

При статистической обработке результатов контрольного бурения Черемховской ГРП (пробурено 36 скважин на участке площадью  $4 \times 10^6 \text{ м}^2$  по сетке  $250 \times 250 \text{ м}$ , глубиной от 34 м до 130 м, рис. 1) использованы данные по 33 скважинам (3 скважины – 18, 31, 45 – как безугольные не использованы) выполнен по 6 выборкам – три выборки сгруппировали скважины по падению пласта, т.е. в направлении подвигания фронта работ, и три выборки по простиранию пласта с севера на юг, т.е. вдоль фронта работ (табл. 1).





**Рис.1. Схема расположения разведочных скважин на Харанорском месторождении бурых углей**

*Таблица .1*

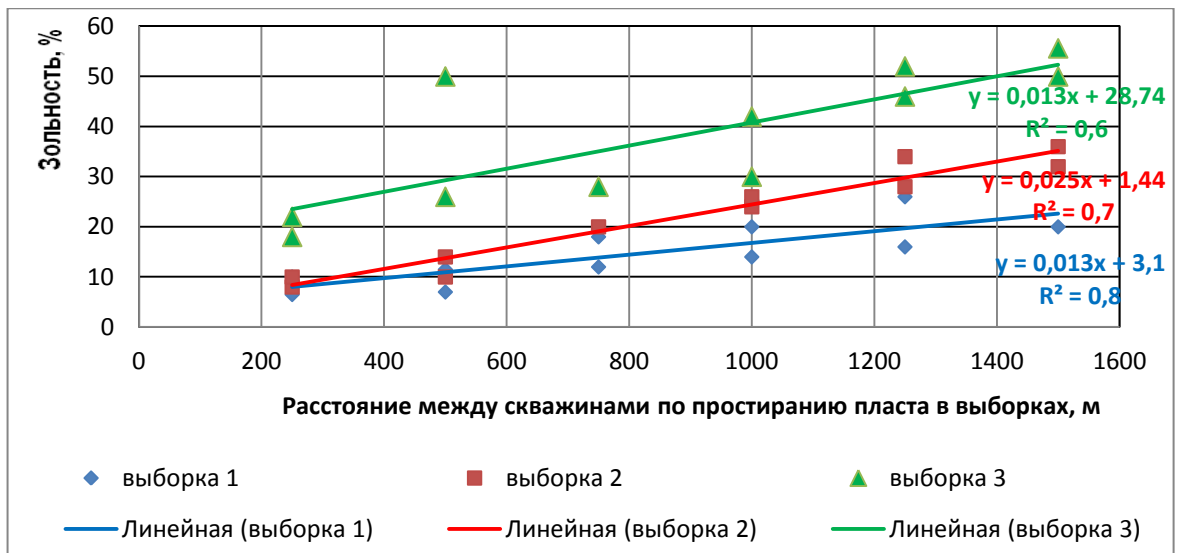
**Выборки скважин для статистического анализа зольности и влажности по данным Черемховской ГРП**

Направление в пространстве	Номера скважин в выборках		
	1 выборка	2 выборка	3 выборка
По падению пласта (по направлению отработки)	15,16,21,	13,14,19,	11,12,17,
	22,27,28,	20,25,26,	23,24,
	33,34,39,	32,37,	29,30,35,
	40,46	38,43,44	36,41,42
По протиранию пласта с севера на юг	11,12,13,	23,24,25,	35,36,37,
	14,15,16,	26,27,28,	38,39,40,
	17,19,	29,30,	41,42,43,
	20,21,22	32,33,34	44,46

Статистический анализ (выполненный на ПЭВМ в программе Microsoft Office Excel) показывает, что значения зольности колеблются в весьма широком диапазоне: от 6,4 % (скв. 22) до 55,6 % (скв. 41), при среднем % значений находится в диапазоне 17,0-30,3 %, четвертая часть значений (нижняя квартиль) – от 6,4 % до 17,0 % и четвертая часть (верхняя квартиль) – от 30,3 % до 55,6 %.

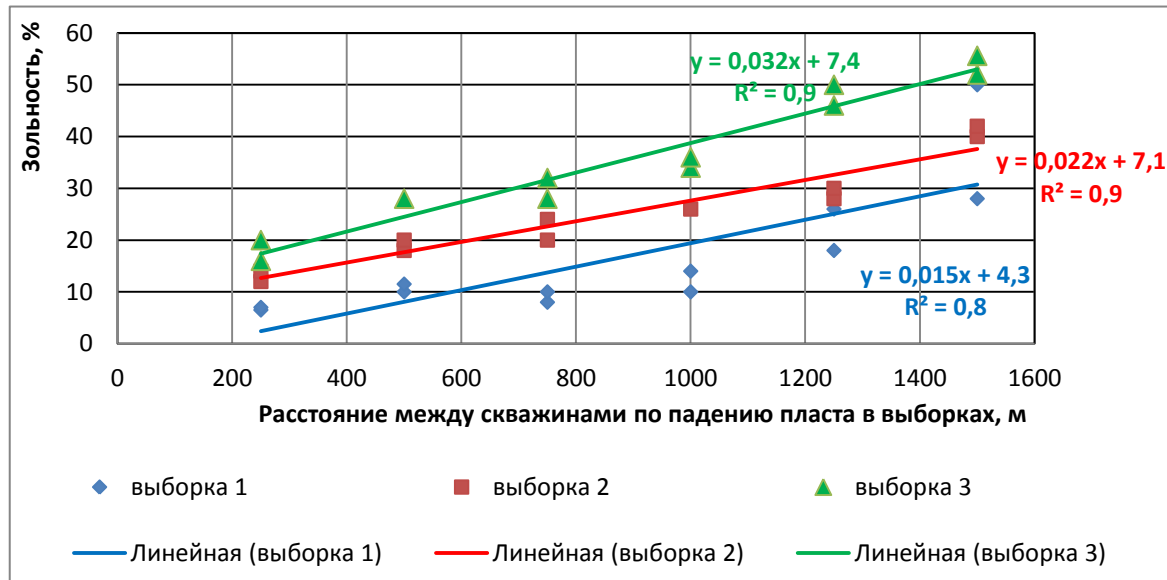
Наблюдается повышение среднего (отметка 900 м, рис. 1) значения зольности ( $A^d$ , %) по падению пласта (рис. 2):

- на начальном этапе разработки средняя величина зольности угля составляет 17,3 % (колебания зольности в скважинах выборки 1 – 6,4...28,1 %);
- в центральной группе – 25,3 % (колебания в скважинах выборки 2 составляют 8,0...36,2 %);
- в контурных скважинах – 35,1 % (колебания в скважинах выборки 3 составляют 18,0...55,6 %).



**Рис. 2. Изменение зольности угля по падению пласта**

По простиранию средняя величина зольности угольного пласта ( $A^d$ , %) увеличивается с севера на юг (рис. 3):



**Рис. 3. Изменение зольности угля по простиранию пласта**

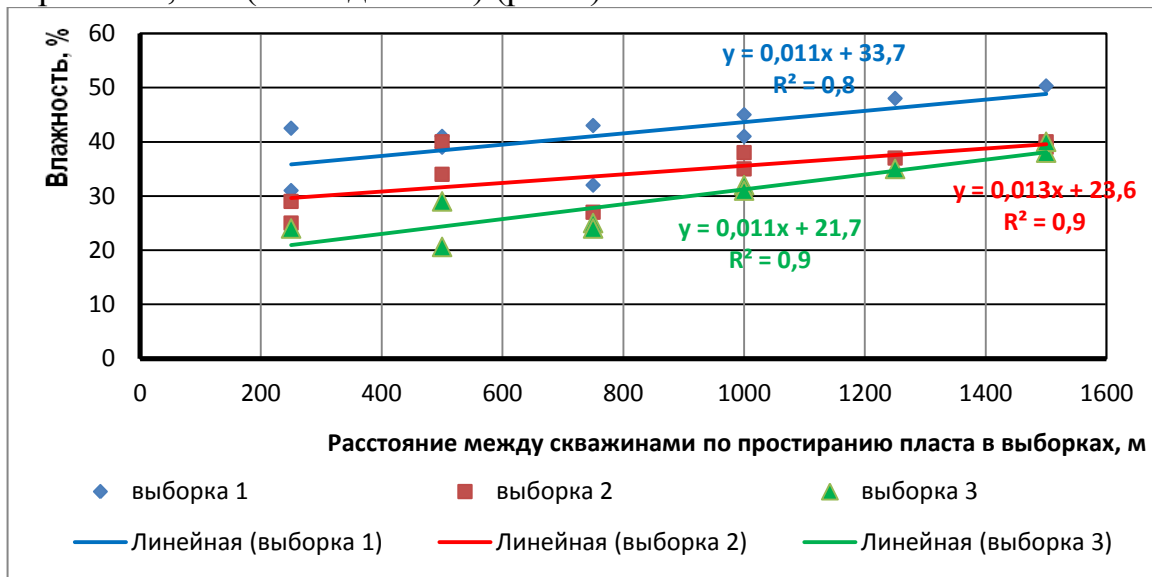
- в северной группе скважин (выборка 1) средняя величина зольности угля составляет 15,5 % (колебания 6,4...50,0 %);
- в центральной группе (выборка 2) – 24 % (колебания 12,0...41,3 %);
- в южной группе (выборка 3) – 35,8% (колебания 16,0...55,6 %).

Влажность угля ( $W$ , %) колеблется в меньшей степени – от 20,6 % (скв.26) до 50,3 % (скв.35), составляя в среднем 38,3 %, при этом 50 % значений находятся в диапазоне от 37,6 до 40,1 % (рис. 4).

Доверительный интервал для среднего (с надежностью 95 %) находится в пределах 34,7-40,5 % для северной группы скважин и в пределах 35,8-42,1 % для южной группы скважин.

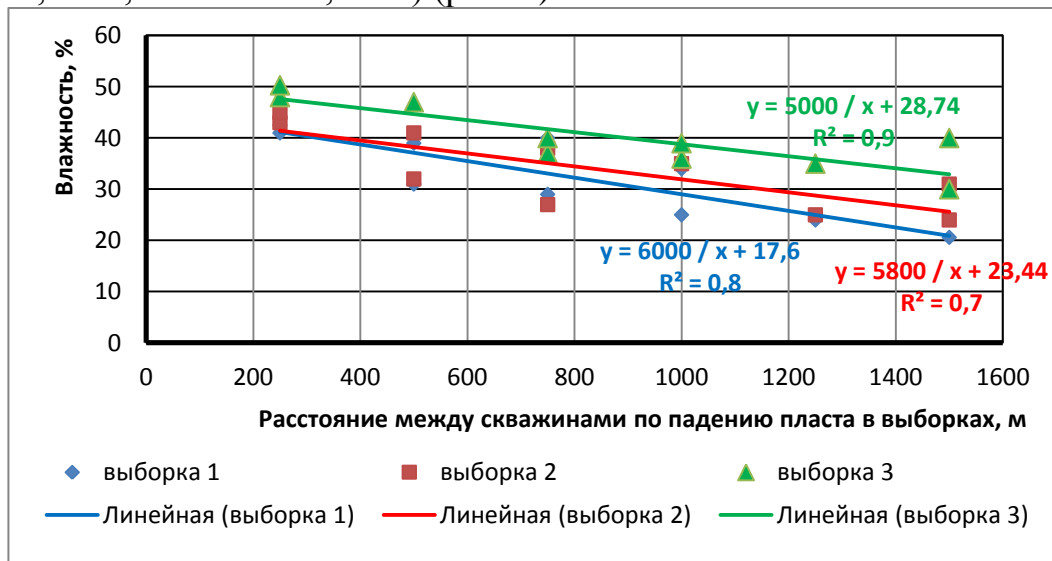
Наблюдается некоторое уменьшение влажности по падению пласта: 1-я

выборка – 41,3 % (от 31 до 50 %), 2-я выборка – 36,6 % (от 24 до 40 %), 3-я выборка – 30,2 % (от 20 до 39 %) (рис.4).



**Рис. 4. Изменение влажности угля по падению пласта**

Незначительное повышение влажности угля наблюдается в направлении с севера на юг по простиранию пласта (северная группа – 30,48 %, в центре – 32,94 %, южная – 39,48 %) (рис. 5).



**Рис. 5. Изменение влажности угля по простиранию пласта**

Полученные зависимости позволяют прогнозировать качество добываемого угля в забое каждого экскаватора. В связи с этим при многозабойной разработке угольного пласта запланированный режим работы экскаваторов, а, соответственно, и их производительность обеспечивают стабилизацию качества товарного угля за счет его усреднения в транспортном потоке.

В 2008...2011 гг. выполнен контроль показателей качества статистическим методом по фактическим данным опробования по добычным забоям на участке №3 (экскаваторы №№ 1, 75) и объединенный фронт (экскаваторы №№ 33, 83, 87).

Для статистического анализа данных за полугодия и за год в целом использованы сводные среднесменные и среднемесячные статистические зна-

чения (в отдельных случаях средние за 15-20 дней) суточной производительность экскаватора, зольности и влажности угля.

Всего для исследования в 2010 г. использовано 248 значений зольности и 239 значений влажности угля, в 2011 г. соответственно – 175 и 170. Зольность угля в 2010 г. на участке колебалась от 7,3 % (15 марта) до 58,9 % (15 июня), т.е. практически в тех пределах, что и по данным Черемховской ГРП. При этом минимальные значения (за периоды 15-30 дней) колебались в пределах от 7,3 % (март) до 18,1 % (первая половина мая), а максимальные значения – от 25,3 % (декабрь) до 58,9 % (первая половина июня).

Среднемесячные значения зольности колебались не столь значительно – от 18,1 % в марте до 27,2 % в июне. Среднее значение зольности за первое полугодие равно 23,61 % или на 0,9 % больше, что подтверждает тенденцию увеличения зольности в направлении движения фронта добычных работ.

Влажность угля в 2010 г. на участке колебалась от 25,5 % (15 марта) до 42,0 % (15 мая), т.е. в более узком диапазоне, чем по данным Черемховской ГРП. Минимальные значения (за периоды 15-30 дней) колебались в пределах от 25,5 % (март) до 37,2 % (вторая половина февраля), а максимальные значения – от 39,0 (первая половина января и в ноябре) до 42,0 % (вторая половина мая).

Среднемесячные значения влажности колебались очень незначительно от 36,6 % в марте до 38,5 % в ноябре. Среднее значение влажности за первое полугодие составило 37,0 %, за второе полугодие – 37,88 %, в целом за 2010 год – 37,78 %, что также подтверждает тенденцию увеличения влажности в направлении движения фронта добычных работ. Зольность угля в первом полугодии 2011 г. на участке изменялась от 13,9 % (8 июня) до 27,8 % (15-17 января), т.е. в более узком диапазоне, чем в 2010 г. При этом минимальные значения (за период одной декады) колебались в пределах от 13,9 % (1-я декада июня) до 24,1 % (3-я декада марта), а максимальные значения – от 18,5 % (2-я декада апреля) до 27,8 % (2-я декада января).

С целью выявления тенденций в изменении зольности бурого угля на участке выполнены расчеты доверительных интервалов для средних значений зольности за 1 и 2 полугодия 2008 г. и за 1 полугодие 2009 г. (табл. 2).

*Таблица 2*

**Статистические характеристики зольности угля (А, %) на участках разреза в 2008 и 2009 гг.**

Период наблюдений	Число измерений	Среднее $A_{\text{ср}}$ , %	$\frac{\text{Ср.кв.отк.}S}{\text{К-т вар. } V}$	К-т Стюд. t	Доверительный интервал $A_{\text{ср}}$ , %
1-е полугодие 2010 г.	142	22,71	7,76/0,34	1,97 3,33	21,42-24,00 20,54-24,88
2-е полугодие 2010 г.	106	23,61	5,06/0,21	1,98 3,33	22,64-24,58 21,98-25,24
Среднее за 2010 г.	248	23,09	6,73/0,29	1,96 3,30	22,25-23,93 21,68-24,50
1-е полугодие 2011 г.	175	23,93	1,71/0,08	1,97 3,33	19,98-24,48 19,81-24,65

Результаты расчетов показывают, что среднее значение зольности во 2-м полугодии 2008 г. на 0,90 % больше, чем среднее значение зольности в 1-м полугодии. В 1-м полугодии 2009 г. зольность угля увеличилась по сравнению со средним значением за 2008 г. на 0,84 %, а по сравнению с 1-м полугодием – на 1,22 %, по сравнению со 2-м полугодием – на 0,32 %.

Оперативное управление технологическим процессом добычи угля из разных забоев на основе выявленных закономерностей изменения зольности и влажности угля как по простиранию так и по падению пласта, обеспечило стабилизацию качества отгруженного угля по Засбросовой части ОАО «Разрез Харанрский» в 2012 году.

Величина зольности ( $A_{cp} = 18,2...19$  %) и влажности ( $W_{cp} = 38,3...39,6$  %) угля в транспортных потоках не выходила за рамки плановых значений соответственно  $A_{пл} = 18,2$  %,  $W_{пл} = 39,6$  %).

Таким образом, обосновано первое научное положение:

**Выявлены закономерности изменения зольности и влажности угля Харанорского месторождения как по простиранию так и по падению пласта, обеспечивающие оперативное многозабойное управление технологическим процессом добычи и стабилизацию качества угля в транспортных потоках.**

Ежегодно увеличивающиеся объемы добычи бурого угля, сложные гидро- и горногеологические условия, возрастающее значение повышения экономической эффективности открытых горных работ, контроля и управления качеством товарной продукции Харанорского угольного разреза определяют необходимость разработки методики оперативного планирования, оптимизации суточной добычи бурого угля с учетом его качественных характеристик в добычных забоях.

Для выполнения данной работы использованы программы расчета на ЭВМ из комплекса программ «STATGRAF»: сводная статистика, полноэкранная симплекс-процедура.

Для расчета использованы фактические данные по ОАО «Разрез Харанорский» по зольности, влажности угля и производительности 3-х добычных участков за 2010-2011 гг., а также цена на уголь 2013 г. и полная себестоимость добычи 1 тонны угля.

При использовании программы «Сводная статистика» в ЭВМ вводили фактические данные отдельно по влажности, зольности и производительности по каждому экскаватору за все дни, в которые он работал в эти месяцы. В результате расчетов получены средние значения, стандартные отклонения.

Эти данные использованы для решения задачи планирования добычных работ методом линейного программирования с учетом требуемого качества угля. Задача формулируется следующим образом:

1. Целевая функция, максимизирующая суммарную добычу угля по разрезу в целом

$$Z = \sum_{i=1}^m x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $m$  – число забоев (участков);  $x_i$  – суточная добыча угля из  $i$ -ого забоя. При этом необходимо соблюдать следующие ограничения:

- по зольности:

$$\left( \sum_{i=1}^m x_i A_i \right) / \left( \sum_{i=1}^m x_i \right) \leq A_{\text{пл}} ; \quad (2)$$

- по влажности:

$$\left( \sum_{i=1}^m x_i W_i \right) / \left( \sum_{i=1}^m x_i \right) \leq W_{\text{пл}} ; \quad (3)$$

- по производительности:

$$\sum_{i=1}^m x_i \geq Q_{\text{min } i} , \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m x_i \leq Q_{\text{max } i} . \quad (5)$$

где  $A_{\text{пл}}$  – плановая зольность угля;  $W_{\text{пл}}$  – плановая влажность угля.

Целевая функция ограничена максимальной и минимальной суточной добычей угля из  $i$ -ого забоя. Ограничения (4) и (5) могут распространяться как на отдельные экскаваторы (забои), так и на отдельные добычные участки и разрез в целом.

2. Минимальная и максимальная производительности участков и разреза в целом связаны с поставками вагонов. При известной массе угля в одном груженом вагоне достаточно просто определить соответствующие коэффициенты при искомым переменных в ограничениях. При необходимости могут вводиться свои ограничения по зольности и влажности для отдельных забоев и участков.

3. В данной задаче в качестве целевых функций целесообразно использовать следующие критерии: экономическая эффективность от повышения качества угля в режиме усреднения, производительность (суточная добыча) разреза, прибыль.

4. Максимальный экономический эффект от повышения качества определяется в зависимости от отклонений по следующей формуле:

$$Z = \mathcal{E} = \sum_{i=1}^m \Pi_0 [(A_{\text{пл}} - A_i) \cdot k_A \cdot x_i + (W_{\text{пл}} - W_i) \cdot k_w \cdot x_i] \rightarrow \max, \quad (6)$$

где  $Z$  – целевая функция, тыс.р.;  $\Pi_0$  – цена за 1 т угля, р./т;  $A_{\text{пл}}$ ,  $W_{\text{пл}}$  – плановые показатели, соответственно, по зольности и влажности, %;  $A_i$ ,  $W_i$  – фактические показатели зольности и влажности угля в  $i$ -ом забое, %;  $k_A$ ,  $k_w$  – коэффициенты доплат (вычетов) при отклонении, соответственно, фактической зольности и влажности от плановых значений,  $k_A = 2,5$ ;  $k_w = 2$ ;  $x_i$  – суточная добыча угля в  $i$ -ом забое, тыс.т.

Экономический эффект от повышения качества представляет собой часть прибыли от реализации угля, поэтому результаты решений по этим двум критериям очевидно будут одинаковыми при единой плановой себестоимости добычи угля по забоям (по участкам), равной плановой себестоимости добычи угля по разрезу в целом.

5. Если в качестве целевой функции принимается максимальная суточная добыча угля, то уравнение (1) запишется в следующей форме:

$$Z = Q_c = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \rightarrow \max, \quad (7)$$

где  $x_1 \dots x_6$  – суточная добыча угля соответственно из 1...6 забоев, тыс. т.

При вводе данных на ЭВМ в экранную таблицу симплекс-процедуры коэффициенты при  $x_i$  принимают равными единице.

6. При использовании целевой функции, максимизирующей прибыль от реализации угля с учетом приплат за повышение качества угля, расчет коэффициентов при искомым производительностях добычных забоев производится по формуле:

$$Z = \Pi = \sum_{i=1}^m \Pi_0((A_{пл} - A_i)k_A x_i + (W_{пл} - W_i)k_W x_i) + \Pi_0 \sum_{i=1}^m x_i - C_{пл} \sum_{i=1}^m x_i \rightarrow \max, \quad (8)$$

где  $\Pi = \Pi - Z \pm \Xi_k$ ;  $C_{пл}$  – плановая себестоимость 1 т угля, р / т.

7. При вычислении коэффициентов при  $x_1, \dots, x_m$  в ограничениях используем следующие формулы:

- для зольности

$$\begin{aligned} (x_1 A_1 + x_2 A_2 + \dots + x_m A_m) / (x_1 + x_2 + \dots + x_m) &\leq A_{пл} \text{ или} \\ x_1(A_1 - A_{пл}) + x_2(A_2 - A_{пл}) + \dots + x_m(A_m - A_{пл}) &\leq 0, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_m$  – производительность забоев;

$A_1, A_2, \dots, A_m$  – зольность 1, 2, ... m-го забоев;

$A_{пл}$  – плановая зольность (в июле 2010 г.  $A_{пл} = 18,8 \%$ );

- для влажности

$$\begin{aligned} (x_1 W_1 + x_2 W_2 + \dots + x_m W_m) / (x_1 + x_2 + \dots + x_m) &\leq W_{пл} \text{ или} \\ x_1(W_1 - W_{пл}) + x_2(W_2 - W_{пл}) + \dots + x_m(W_m - W_{пл}) &\leq 0, \end{aligned} \quad (10)$$

где  $W_1, W_2, \dots, W_m$  – влажность 1, 2, ... m-го забоев;

$W_{пл}$  – плановая влажность (в июле 2010 г.  $W_{пл} = 39,7 \%$ ).

Статистическая обработка фактических показателей ежесуточной добычи угля, зольности и влажности по участкам за 2010 и 2011 гг. выполнена на ПЭВМ в программе Microsoft Office Excel.

Анализ полученных результатов показывает, что при ориентации целей планирования на получение максимума экономического эффекта (или прибыли при единой плановой себестоимости добычи угля) расчетные объемы суточной добычи по разрезу в целом существенно превышают фактическую добычу.

Так, при отсутствии ограничений на добычу по разрезу эта разность колеблется от 2,0 тыс.т/сутки (7 июля) до 30 тыс.т/сутки (23 июля). При этом расчетные значения среднемесячной суточной добычи по забоям отличаются от фактических значений на 2,41 (экс. №83) - 6,77 (экс. №1) тыс.т/сутки, а

по разрезу – на 17,7 тыс.т/сутки (табл. 3). Причем наибольшая разность (6,77 тыс.т) соответствует экскаватору №1, имеющему наибольшую среднемесячную суточную добычу.

Таблица 3

**Среднемесячные значения фактической и расчетной суточной добычи угля.\*)**

Наименование	Экскаваторы						Разрез в целом
	x <sub>1</sub> - № 83	x <sub>2</sub> - № 87	x <sub>3</sub> - № 75	x <sub>4</sub> - № 33	x <sub>5</sub> - № 1	x <sub>6</sub> - № 46	
фактические	3,69 / / 33,2	3,40 / / 57,9	4,64 / / 120,6	1,94 / / 23,3	6,73 / / 141,0	4,38 / / 127,11	16,17 / / 503,1
расчетные вариант 1	6,1 / / 54,9	9,1 / / 154,7	8,8 / / 228,8	4,5 / / 58,5	12,9 / / 296,7	9,0 / / 261	33,87 / / 1050,1
расчетные вариант 2	3,88 / / 34,9	6,1 / / 103,7	8,6 / / 223,6	4,33 / / 52	10,66 / / 245,2	7,52 / / 218,1	28,31 / / 877,5

\*) в числителе - среднемесячная суточная добыча, тыс.т/сут.; в знаменателе - месячная добыча, тыс.т/мес.

Относительная разность фактической и расчетной суточной добычи колеблется от 165 % (экск. № 83) до 268 % (экск. № 87). Это означает, что показатели работы экскаватора № 87 по каким-то причинам весьма далеки от оптимальных, хотя оба экскаватора работают в одинаковых условиях.

Работа экскаватора прекращалась из-за неблагоприятной ситуации по качеству угля в данном забое и таким образом производилось управление качеством усредненного угля. Это весьма важно, т.к. экономический эффект управления качеством угля (т.е. вычеты или доплаты) может значительно увеличивать или уменьшать прибыль от реализации угля по преЙскуранту.

Так, например, при суточной добыче 14 тыс.т, оптовой цене на уголь 942,93 р/т и плановой себестоимости добычи угля 720,43 р./т прибыль составит  $\Pi = 14 \cdot 942,93 - 14 \cdot 720,43 = 3\ 115$  тыс.р. / сут.

Экономический эффект от снижения зольности угля на 1 % составит  $942,93 \cdot 14 \cdot (18,8 - 17,8) \cdot 2,5 = 33\ 002$  тыс. р / сут, а от снижения влажности угля на 1 % –  $942,93 \cdot 14 \cdot (39,7 - 38,1) \cdot 2,0 = 42\ 243$  тыс.р. / сут.

Работа разреза без ограничений его суточной добычи в целом практически нереальна, так как зависит от множества внешних факторов, например, от поставок вагонов, энергосбережения и т. д. Поэтому нами исследованы возможности и эффективность планирования суточной добычи угля с учетом требований качества в режиме усреднения при ограничениях по суточной добыче разреза в целом.

Можно отметить одно обстоятельство: только тогда, когда разрез показал максимальную суточную добычу – 30,5 тыс.т / сутки – 27 июля, расчетные значения совпали с фактическими. Вместе с тем, расчетные (т.е. оптимальные) всегда выше фактических, за исключением, когда фактическая добыча соответствовала максимально возможной – 30,5 тыс.т / сутки.

Среднемесячные фактические значения суточной добычи угля меньше оптимальных по расчету (тыс.т / % от расчетного значения): экскаватор № 83 – 0,19/95,1, экскаватор № 87 – 2,7/55,7, экскаватор № 75 – 3,96/54,0, экскаватор № 33 – 2,39/44,8, экскаватор № 1 – 4,53/57,5, разрез в целом – 12,14/57,1.



Таким образом, только экскаватор № 83 работал почти в оптимальном режиме, его среднемесячная суточная добыча всего на 4,9 % меньше оптимальной. Другие экскаваторы и разрез в целом работали с производительностью меньше оптимальной на 42-55 %.

Соответственно, фактический экономический эффект от управления качеством и прибыль меньше, чем при работе разреза в оптимальном режиме, примерно на 30 %.

По суточным данным в 2011 г. по зольности и влажности по каждому забою вычислены коэффициенты в целевых функциях при  $C_0 = 942,93$  р/т,  $C_{пл} = 720,43$  р/т,  $A_{пл} = 18,2$  %,  $W_{пл} = 39,6$  %.

Нулевые значения соответствуют нерабочему состоянию забойного экскаватора. Например, на 2.03.2011 г. работал экскаватор № 75, в забое которого уголь имел зольность 17,9 %, а влажность в забое – 37,2 %.

Тогда в уравнениях (5) и (7) получим:

- расчет коэффициентов в целевой функции экономического эффекта на 1 марта

$$\Theta = 72,08 * [(18,2 - 17,9) * 2,5x_1 + (39,6 - 37,2) * 2x_1 + 0 * x_2 + 0 * x_3 + 0 * x_4 + 0 * x_5] = 72,08 * [0,75x_1 + 4,8x_1] = 433,344x_1;$$

- расчет коэффициентов в целевой функции прибыли

$$\Pi = \Theta + 12,82 \sum_{i=1}^m x_i = 433,344x_1 + 12,82x_1 = 446,164x_1$$

Аналогично вычислены коэффициенты в целевых функциях экономического эффекта и прибыли для всех остальных дней марта и коэффициенты в неравенствах (8) и (9), согласно которым усредненный уголь не должен превышать плановых значений зольности  $A_{пл} = 18,2$  % и влажности  $W_{пл} = 39,6$  %.

Расчеты выполнены для двух вариантов ограничений по производственной мощности: - 1-ый вариант - введены ограничения по минимально допустимой и максимально возможной добыче каждого забоя, но без ограничений по разрезу в целом; - 2-ой вариант - кроме ограничений по забоям введены два ограничения по минимально допустимой и максимально возможной суточной добыче по разрезу в целом. Таким образом, в 1-ом варианте планирования суточной добычи использованы два ограничения по зольности и по влажности и 12 ограничений по суточной добыче отдельных участков, всего 14 ограничений.

Во 2-ом варианте к ним добавлено два ограничения по суточной добыче разреза, всего использовано 16 ограничений.

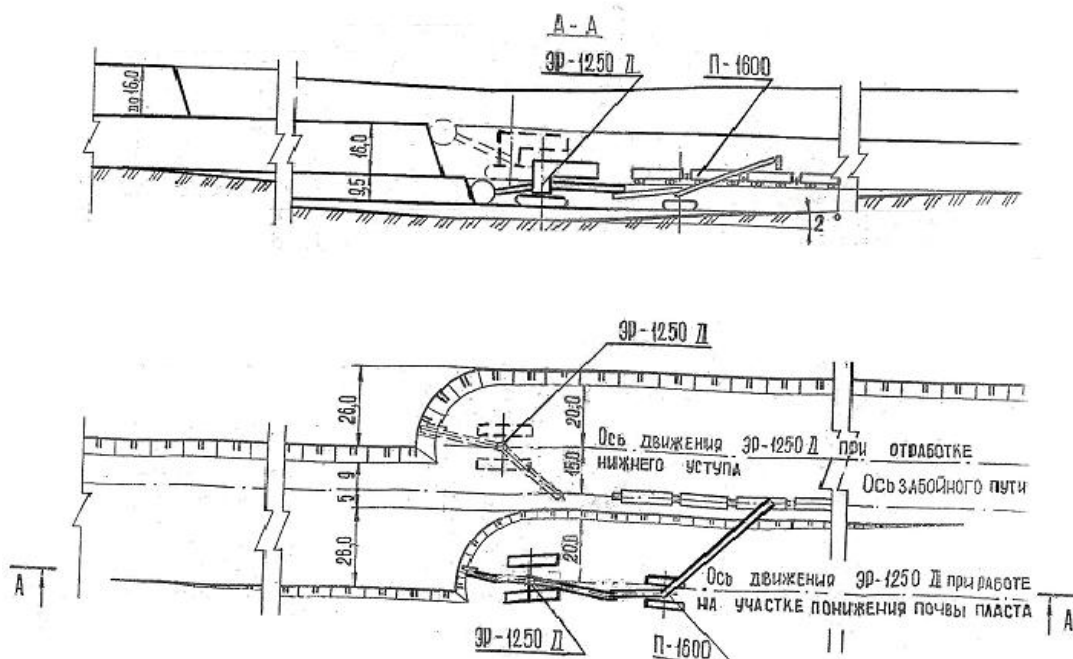
Таким образом, обосновывается второе научное положение:

**Разработанная методика оперативного планирования и оптимизации суточной добычи бурого угля позволяет оценить экономическую эффективность от повышения качества угля при суточном планировании добычных работ и обеспечить эффективное управление горнотранспортным потоком угля на разрезе.**



вопрос отработки «треугольников», образующихся в почве уступа в этих условиях.

Использование перегружателей обеспечивает возможность отработки роторным экскаватором участков западений почвы угольного пласта под углами, не допускающими размещение на ней рельсовых путей (рис. 8).



**Рис. 8. Схема выемки угля на участке западения почвы пласта с применением перегружателя П-1600 50/21**

Как следует из технологической схемы (рис. 8) дополнительная мощность угля, обрабатываемого на участках западений почвы достигает 10 м. При этом уклон рабочей площадки комплекса роторный экскаватор-перегрузатель составляет 2 град.

Применение в комплексе с добычными роторными экскаваторами забойных перегружателей П-1600 на разрезе «Харанорский» позволяет:

- проходить основным добычным оборудованием – роторным экскаватором ЭР-1250 разрезные траншеи глубиной до 32 метров;
- оперативно осуществлять перевалку пород междупластья в выработанное пространство;
- дополнительно обрабатывать уголь в местах повышенной мощности и «западений» пластов под углом, не допускающим укладку рельсовых путей на почву пласта;
- получить экономический эффект от применения перегружателя за счет сокращения простоев, связанных с путевым хозяйством, в размере 8 900 000 руб. в ценах 2013 года;
- обрабатывать роторными экскаваторами угольные пласты на два транспортных горизонта. При этом погрузка угля в вагоны МПС на железнодорожный путь верхнего уступа дает возможность попутно производить усреднение его качества непосредственно в забое экскаватора.

Экономический эффект применения перегружателей создается за счет повышения безопасности работ и сокращения потерь угля при селективной выемке, при отработке западения почвы пласта, а также из-за простоев экскаваторов, обусловленных неисправностью забойных путей.

Простои роторных экскаваторов, связанные с путевым хозяйством приведены в табл.4.

Таблица 4

### Простои роторных экскаваторов (час.)

Экскаватор	Простои по годам								Среднее
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
ЭР-1250 № 33	146	52	87	99	145	123	230	92	122,0
ЭР-1250 № 46	128	88	31	216	150	149	166	153	135,0
ЭР-1250 № 75	-----	-----	-----	20	272	133	125	130	136,0
ЭР-1250 № 83	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	68	68,0
ЭРП-1600	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	14	14,0
Среднее									122,4

На основании данных табл. 4 среднегодовая длительность простоев добычного роторного экскаватора из-за состояния путевого хозяйства принимается равной 120 ч. Сокращение простоев в случае переноса забойных путей на более осушенную и устойчивую кровлю нижнего пласта предварительно оценивается величиной в 30-35 %. В этом случае среднегодовая длительность простоев из-за путевого хозяйства сокращается на 40 ч.

Средняя за час работы эксплуатационная производительность добычного экскаватора ЭР-1250 может быть определена по известной формуле с учетом коэффициентов: наполнения ковшей –  $K_n = 1,0$ , просыпей угля –  $K_{п} = 0,97$ , забоя –  $K_z = 0,8$ , управления –  $K_{упр} = 0,95$ , влияния климата –  $K_{вл} = 0,94$ , врезки –  $K_{вр} = 0,98$ , разрыхления угля в ковше –  $K_p = 1,1$ .

При указанных значениях исходных величин средняя производительность роторного экскаватора ЭР-1250 за час работы (при плотности угля  $1,29 \text{ т/м}^3$ ) составит:

$$Q_3 = 1600 \cdot 1,0 \cdot 0,97 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,94 \cdot 0,98 / 1,4 = 776 \text{ м}^3 / \text{ч} \text{ или } 1\,000 \text{ т} / \text{ч}.$$

Дополнительные 40 ч работы соответствуют дополнительной добычи:  $Q = 40\,000 \text{ т}$  угля.

Прирост прибыли разреза в этом случае может быть оценен по следующей формуле

$$П = (Ц - С) \cdot Q, \text{ р}, \quad (11)$$

где  $П$  – прирост прибыли, р./год;  $Ц$  – оптовая цена одной тонны угля разреза «Харанорский» в ценах 2013 г.,  $Ц = 942,93 \text{ р/т}$ ;  $С$  – себестоимость 1 т угля,  $С = 720,43 \text{ р/т}$ ;  $Q$  – прирост добычи угля, т.

Тогда прирост прибыли, обусловленный размещением путей на кровле

нижнего пласта 2 составит:

$$П = (942,93 - 720,43) \cdot 40\,000 = 8\,900\,000 \text{ р./год.}$$

Таким образом, теоретические исследования позволяют обосновать третье научное положение:

**Применение роторного экскаватора в сочетании с перегружателем П-1600 обеспечивает прирост прибыли за счет сокращения простоев экскаваторов, снижения эксплуатационных потерь при отработке западения почвы пласта, при селективной выемке угля, и управления его качеством непосредственно в забое путем усреднения.**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований в диссертационной работе решена научно-техническая задача совершенствования методов повышения качества товарной продукции на буровугольных месторождениях Забайкальского края.

Основные научные и практические результаты проведенных исследований заключаются в следующем:

1. Установлено, что применение в комплексе с добычными роторными экскаваторами забойных перегружателей П-1600 обеспечивает повышение качества угля за счет его эффективного перемешивания, усреднения и селективной выемки по сортам в сложных забоях, что позволяет получить экономический эффект за счет сокращения простоев экскаватора, связанных с путевым хозяйством, в размере 8 900 000 р./год в ценах 2013 года;

4. Статистическая обработка данных по скважинам показала, что значения зольности колеблются в весьма широком диапазоне – от 6,4 до 55,6 %.

3. Определена тенденция увеличения средней зольности по падению пласта от 25,1 % на начальном этапе разработки и последовательно до 28,3 % в центральной группе скважин и до 29,3 % – в контурных. По простиранию средняя зольность увеличивается с севера на юг – от 22,5 % до 28,8 %. Влажность угля колеблется от 26,6 до 50,3 %, составляя в среднем 38,3 %.

4. Углубленный статистический анализ зольности и влажности угля на участке №3 по фактическим данным опробования в 2010 и 2011 году показал, что среднее значение зольности на участке №3 во втором полугодии 2011 года на 0,2 % больше средней зольности за первое полугодие. Средняя зольность угля превышает предельно допустимую на 0,2-0,5 %.

5. Установлено, что для условий Харанорского разреза наиболее приемлемым следует считать метод линейного программирования с использованием персональных компьютеров и стандартных программ симплекс-процедуры с целью получения плановых (оптимальных) заданий суточной добычи по каждому забою, участку и разрезу в целом. При этом разработана математическая формулировка задачи в общем виде, содержащая уравнения целевых функций и неравенства (тождества) в ограничениях.

6. Разработанная методика планирования суточной добычи позволяет оперативно находить плановые (оптимальные) задания суточной добычи по

всем забоям, обеспечивающие достижение наибольшей производительности, либо наибольшего экономического эффекта, либо максимальной прибыли от повышения качества усредненного угля при соблюдении требуемых характеристик его по зольности и влажности, а также технических возможностей (минимально допустимой и максимально возможной производительности добычных экскаваторов).

7. Установлено, что фактическая работа добычных экскаваторов меньше оптимальной на 42,9 %, но за счет управления качеством угля в режиме усреднения имеется возможность повысить экономическую эффективность открытой разработки Харанорского месторождения на 30 %.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

**- в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России:**

1. Самойленко А.Г. Статистический анализ зольности и влажности угля Харанорского бурогоугольного месторождения / А.С. Самойленко // Вестник ЗабГУ: сб. науч. тр. №3. – Чита. – 2014. – С. 24-32.

2. Самойленко А.Г. / Геотехнологические проблемы разработки Харанорского бурогоугольного месторождения. / П.Б. Авдеев, Ю.М. Овешников, Г.М. Циношкин, А.Г. Самойленко // Горный информационно аналитический бюллетень, № 4 - М.: Издательство «Горная книга», 2012. С. 24-28.

3. Самойленко А.Г. / Управление качеством бурых углей Харанорского месторождения. / Ю.В. Субботин, Ю.М. Овешников, Г.М. Циношкин. А.Г. Самойленко // Горный информационно аналитический бюллетень, № 4 - М.: Издательство «Горная книга». 2012. С. 64-72.

4. Самойленко А.Г. / Пути повышения эффективности разработки Харанорского бурогоугольного месторождения. / П.Б. Авдеев, Ю.М. Овешников, Г.М. Циношкин, А.Г. Самойленко // Научный симпозиум «Неделя горняка-2009», посвящен 90-летию со дня образования МГА-МГИ-МГГУ, 26-30 января 2009 года, г. Москва, С. 193-198.

**- в прочих изданиях:**

5. Самойленко А.Г. Повышение эффективности работы ОАО «Разрез Харанорский» при увеличении производственной мощности с 3 млн. т до 9 млн. т угля в год. / Ю.М. Овешников, А.Г. Самойленко // Кулагинские чтения: VIII Всероссийская научно-практическая конференция: ЧитГУ, 2008. – VI. – С. 170-173.

6. Самойленко А.Г. Взаимосвязь вскрышных и добычных работ на Харанорском угольном месторождении. / Ю.М. Овешников, Г.М. Циношкин, А.Г. Самойленко // Кулагинские чтения: XI Международная научно-практическая конференция. Чита: ЗабГУ, 2011. – Ч. III. – С. 35-37.

7. Самойленко А.Г. Повышение эффективности открытой разработки Харанорского бурогоугольного месторождения / Ю.В. Субботин, А.Г. Самойленко // Кулагинские чтения: XI Международная научно-практическая конференция. Чита: ЗабГУ, 2011. – Ч. III. С. 40-41.

8. Самойленко А.Г. / Состояние, проблемы и перспективы разработки Харанорского месторождения бурых углей. / Ю.М. Овешников, Ю.В. Субботин, А.Г. Самойленко Кулагинские чтения: XII Международная научно-практическая конференция. Чита: ЗабГУ, 2012. – Ч. VI. – С. 75-77.

Лицензия ЛР № 020525 от 02.06.97

Подписано в печать 2014 г. Формат 60x84x1/16  
Усл. печ. л. 2 Тираж 100 экз. Заказ №

ул. Александрo-Заводская 30, г. Чита, 672039

РИК ЗабГУ