

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ
"Національний Гірничий Університет"

Гірничий

(факультет)

Кафедра підземної розробки родовищ

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

дипломної роботи

магістра

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузь знань 18 Виробництво та технології

(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 184 Гірництво

(код і назва напрямку підготовки)

спеціалізація Розробка родовищ та видобування корисних копалин

освітній рівень вища освіта

(назва освітнього рівня)

кваліфікація 2147.1 Гірничий інженер, дослідник

(код і назва кваліфікації)

на тему: «Дослідження впливу гірничо-геологічних факторів і параметрів технології очисних робіт на якість вугілля що видобувається»

Виконавець:

студент II курсу, групи 184М-16-10

Кузнецов С.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

	Посада, прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Керівник:	проф. Бондаренко В.І		
Консультанти:			
Дослідницький	проф. Бондаренко В.І		
Технологічний	проф. Бондаренко В.І		
Охорона праці	доц. Яворська О.О.		
Економічний	проф. Бондаренко В.І		
Рецензент			
Нормоконтроль	проф. Бондаренко В.І		

Дніпро
2018

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ
"Національний Гірничий Університет"

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
підземної розробки родовищ
(повна назва)

_____ Бондаренко В. І.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної роботи магістра

спеціальності _____ **184 Гірництво** _____
(код і назва спеціальності)

студенту _____ **184М-16-10** _____ Кузнецов С.А.
(група) (прізвище та ініціали)

Тема дипломної роботи «Дослідження впливу гірничо-геологічних факторів і параметрів очисних робіт на якість вугілля що видобувається»

1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Наказ ректора Національного ТУ "ДП" від _____ № _____

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ

Об'єкт досліджень технологічні процеси формування зольності вугілля в очисних вибоях.

Предмет досліджень технологічна зольність вугілля що видобувається.

Мета встановлення закономірностей впливу гірничо-геологічних факторів і параметрів очисних робіт на якість вугілля що видобувається.

Вихідні дані для проведення роботи плани робіт, паспорта очисних вибоїв, стратиграфічні колонки шахт Західного Донбасу, статичні дані технологічної зольності вугілля.

3 ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

Наукова новизна роботи полягає у встановленні емпіричних та аналітичних залежностей величин засмічення вугілля від гірничо-геологічних факторів і гірничотехнічних параметрів технології очисної виїмки, що дозволяють розробити заходи зниження зольності вугілля. _____

Практична цінність полягає в розробці заходів і технічних рекомендацій для зниження технологічної зольності вугілля в певних гірничо-геологічних і гірничотехнічних умовах розробки.

4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в роботі, обумовлена: коректною постановкою завдань, використанням сучасних обчислювальних програм для розрахунку параметрів технологічних процесів.

5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Найменування етапів робіт	Термін виконання
Стан питання мета і задачі дослідження	16.10.17 – 29.10.17
Дослідження основних параметрів якості вугілля та заходів для зниження зольності в очисних вибоях	30.10.17 – 12.11.17
Дослідження впливу гірничо-геологічних факторів на зольність вугілля	13.11.17 – 26.11.17
Дослідження впливу параметрів технології очисних робіт на якість вугілля	27.11.17 – 17.12.17
Охорона праці	18.12.17 – 28.12.17
Оцінка економічного ефекту прийнятих рішень	29.12.17 – 19.01.18

6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічний ефект від реалізації результатів роботи очікується позитивним, завдяки впровадженню ефективних заходів та технологічних рекомендацій при розробці тонких і вельми тонких вугільних пластів.

Соціальний ефект від реалізації результатів роботи очікується позитивним, завдяки покращенню екології у вугледобувних регіонах за рахунок зменшення кількості пустих порід, що видаються з шахт у відвали.

7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ

Відповідність оформлення згідно ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері _____
науки і техніки. Структура і правила оформлення. _____

Завдання видав

_____ (підпис)

Бондаренко В.І.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Кузнецов С.А.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 16.10.2017 р.

Термін подання дипломної роботи до ЕК 25.01.2018 р.

Реферат

Тема: Дослідження впливу гірничо-геологічних факторів і параметрів технології очисних робіт на якість вугілля що видобувається.

Дипломна робота магістра: 102с., 23 рис., 11табл., 52 джерел.

Об'єкт - технологічні процеси формування зольності вугілля в очисних вибоях.

Предмет дослідження – технологічна зольність вугілля що видобувається.

Метою роботи є встановлення закономірностей впливу гірничо-геологічних факторів і параметрів очисних робіт на якість вугілля що видобувається.

Методи дослідження – теоретичні дослідження, метод аналізу та узагальнення даних за факторами та параметрами, які впливають на засмічення вугілля, а також методи порівняння економічних показників.

У роботі виконано аналіз впливу геологічних факторів та параметрів технології очисних робіт на технологічну зольність вугілля на прикладі умов розробки вугільних пластів С₉, С₁₀, С₁₁ шахти ім. Героїв Космосу. Досліджено навантажувальну здатність виконавчих органів очисних комбайнів УКД200-400 та МВ-444. Встановлено ефективність впровадження заходів та технологічних рекомендацій для зниження технологічної зольності в очисних вибоях шахти. Економічний ефект від впровадження системи автоматичного контролю виконавчих органів комбайну EiControl становить 17 млн. дол. США, роздільної виїмки вугілля та порід, що присікаються – 19 млн. дол. США.

ПІДЗЕМНА РОЗРОБКА, ЯКІСТЬ ВУГІЛЛЯ, ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ, ТЕХНОЛОГІЯ РОЗДІЛЬНОЇ ВИЇМКИ ВУГІЛЛЯ ТА ПУСТИХ ПОРІД, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ .

ВВЕДЕНИЕ	7
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	11
1.1.Основные показатели качества угля	11
1.2.Обзор и анализ опубликованных материалов по вопросам снижения зольности угля	14
1.3.Анализ производственной ситуации на шахтах Западного Донбасса	24
1.3.1.Анализ применяемой очистной техники	24
1.3.2. Производственные показатели очистных забоев шахт Западного Донбасса и зольность добываемого угля	34
1.4. Выводы цель и задачи исследований	36
2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	39
2.1.Общее положение	39
2.2.Анализ факторов влияющих на формирование зольности в очистных забоях	41
2.2.1.Структура засорения добываемого угля породой	41
2.2.2.Факторы, влияющие на формирование зольности в очистных забоях	42
2.3. Методика проведения исследований	44
2.4. Выводы	45
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА КАЧЕСТВО ДОБЫВАЕМОГО УГЛЯ	46
3.1.Общие сведения о шахте им. Героев Космоса	46
3.2.Качественные характеристики разрабатываемых пластов	49
3.3.Исследование влияния горно-геологических факторов на зольность угля	53
3.3.1.Определение мощности слоя засоряющих пород в процессе очистных работ	53

3.3.2.Влияние мощности слоя засоряющих пород на технологическую зольность угля	56
3.3.3.Засорение угля при переходе разрывных геологических нарушений механизированными комплексами.	58
3.4.Исследование влияния горно-технологических параметров на засорение добываемого угля	61
3.4.1.Влияние величины исполнительных органов комбайна на засорение добываемого угля	61
3.4.2.Влияние скорости подачи комбайна на засорение добываемого угля пустыми породами	65
3.4.3.Влияние технологии выемки на зольность добываемого угля	68
3.5.Влияние зольности угля на его теплоту сгорания	71
3.6.Выводы по разделу	74
4 ОХРАНА ТРУДА	76
4.1.Анализ промышленной безопасности и охраны труда на шахте им. Героев Космоса	76
4.2.Анализ условий, вредных и опасных производственных факторов шахты им. Героев Космоса	76
4.3.Меры безопасности при выполнении очистных операций	77
4.4.Мероприятия по борьбе с пылью в очистных забоях	81
4.5.Мероприятия по борьбе с шумом и вибрациями.	85
4.6.Охрана окружающей среды	86
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ	88
5.1.Общие положения	88
5.2.Экономическое обоснование мероприятий по снижению засорения угля пустыми породами	89
5.3.Выводы	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	98

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Поддержание экономически целесообразных соотношений между показателями качества добываемых углей и требованиями к ним потребителей является одной из ключевых технических задач современной угледобывающей промышленности. К числу основных показателей качества, оказывающих существенное влияние на издержки производства и конкурентоспособность угольной продукции, относится зольность добытой горной массы. Увеличение зольности добываемого угля приводит к росту затрат на обогащение и транспортирование горной массы, повышению износа транспортного оборудования, вследствие чего снижается срок его службы.

Проблема повышения качества добываемого угля и снижения издержек производства является весьма актуальной для шахт Украины. Особенно ярко эти проблемы проявляются в Западном Донбассе. На шахтах данного региона широкое распространение получила столбовая система разработки с управлением кровли полным обрушением. Средне динамическая мощность разрабатываемых пластов составляет 0,8 – 0,9 м. Выемку угля обычно ведут с присечкой вмещающих пород и обогащением загрязненной горной массы на поверхности. По данным статистического учета, зольность угля достигает 48%, что в 2,5 – 3,0 раза превышает средне пластовую зольность разрабатываемых пластов и в 1,7 – 2,3 раза зольность уже обогащенной угольной продукции. Таким образом, задача установления и устранения основных причин роста засорения угля породой для шахт Западного Донбасса является весьма актуальной.

На основании изучения закономерностей формирования зольности в процессе добычи на многих предприятиях можно значительно повысить уровень качественных показателей добываемого угля, путем разработки и внедрения научно обоснованных рекомендаций и технических мероприятий.

Внедрение оборудования нового технического уровня положительно повлияло на интенсификацию очистных работ, однако проблему улучшения

качества добываемого угля это не решило. Повсеместно применяемая на шахтах валовая выемка является основной причиной увеличения эксплуатационной зольности добываемого угля.

Применение имеющейся техники и использование валовой технологии не позволит изменить тенденцию ухудшения качества добываемого угля. Все это говорит об актуальности и необходимости скорейшего решения вопроса разработки новых технологий, позволяющих отрабатывать весьма тонкие угольные пласты без засорения угля пустыми породами.

Целью работы является установление закономерностей влияния горно-геологических факторов и параметров очистных работ на качество добытого угля.

Идея работы заключается в учете влияния горно-геологических факторов и параметров технологии очистных работ при определении технологической зольности полезного ископаемого и предложения на этой основе рациональных мероприятий по снижению засорения добываемого угля.

Объект исследований – технологические процессы формирования зольности угля в очистных забоях.

Предмет исследований – технологическая зольность добытого угля.

Методы исследования: в работе применен комплексный метод исследований, включающий анализ, обобщение литературных данных по факторам и параметрам влияющих на засорение вынимаемого угля, а также методики расчета зольности угля, методы сравнения экономических показателей.

Научная новизна заключается в установлении эмпирических и аналитических зависимостей величины засорения угля от горно-геологических факторов и горнотехнических параметров технологии выемки в очистном забое, позволяющих разработать мероприятия по снижению зольности добываемого угля.

Практическая ценность работы состоит в разработке мероприятий и технических рекомендаций для снижения технологической зольности угля в определенных горно-геологических и горнотехнических условиях разработки.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, обусловлены: корректной постановкой задач с использованием современных вычислительных программ для расчета параметров технологических процессов.

Личный вклад соискателя.

Автором самостоятельно сформулированы цель, идея работы, задачи исследований, научные положения, выводы, рекомендации, выбраны методы исследований, проанализированы и обобщены результаты теоретических исследований. Содержание магистерской диссертационной работы изложено автором лично.

Научные положения, защищаемые в работе:

1. Зольность угля находится в зависимости от изменчивости мощности и гипсометрии пласта, параметров технологических нарушений, вынимаемой мощности в лаве, применение различной очистной техники и технологии.

Предложенные рекомендации и мероприятия по снижению зольности добываемого угля могут быть внедрены при ведении горных работ на шахтах Западного Донбасса.

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на XI международном форуме студентов и молодых ученых «Расширяя горизонты».(г. Днепрпетровск, 2016), на XII международном форуме студентов и молодых ученых «Расширяя горизонты».(г. Днепрпетровск, 2017).

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Основные показатели качества угля.

Для всех видов угольной продукции основными показателями потребительских качеств является зольность, содержание влаги и серы, сортность добываемых углей.

Зольность – представляет собой негорючие минеральные примеси, которые содержатся в добываемом угле, имеют различное происхождения. Различают первичную и вторичную золу, которые вместе составляют внутреннюю или материнскую. Первичная зола образуется из минеральных примесей, входящих в состав материнского вещества топлива и отложившихся в пластах в процессе образования топлива. Вторичная зола – это продукт выветривания и разложения пород. Попадает в топливо при добыче, хранении и транспортировке. Минеральные примеси могут содержаться в угольном пласте в качестве прослоек или пропластков других литологических разностей, а также в виде отдельных включений. Материнская зола вместе с минеральными включениями и пропластками образует пластовую зольность, которая является основным нормативным показателем качества угля. В настоящее время мы можем наблюдать колебание пластовой зольности даже в пределах одного шахтопласта, это обусловлено неоднородностью угольного вещества и особенностями горно-геологических условий залегания пласта (наличие тектонических нарушений, обводненности, колебаний мощности прослоек).

В процессе добычи угольный пласт подвергается механическому разрушению, измельчению, засорению боковыми породами и увлажнению. Поэтому зольность угля вынимаемого из очистного забоя существенно отличается от пластовой зольности. Технологическая зольность формируется в процессе выемки угля и обусловлена природной характеристикой угольного пласта, прочностью боковых пород, а также принятой технологией

и используемой техники выемки. Даже при правильном ведении очистных работ (без технологических присечек) и соблюдении технологической дисциплины, уголь засоряется путем частичного обрушения пород ложной и непосредственной кровли, вынужденных пресечек боковых пород рабочим органом комбайна. Процесс формирования технологической зольности изменяется во времени и пространстве.

Зольность добываемых углей наиболее подвержено колебаниям, это обусловлено горно-геологическими условиями залегания месторождений, физико-механическими свойствами углей и боковых пород и в значительной мере зависит от технологии очистных работ.

Следующим показателем качества является **содержание влаги и серы** в добываемом угле. Влага в угле содержится в виде трех составных частей и подразделяется на внешнюю и химически связанную. Влажность уменьшает теплоту сгорания углей, ухудшает сыпучие свойства, снижает КПД тепловых установок и коксовых печей, отрицательно влияет на технико-экономические показатели работы предприятия потребителей угля. Увеличение влажности на 1% ведет к дополнительному расходу топлива на 0,2-0,3%, росту затрат на измельчение, снижению надежности работы и нагрузки энергоблоков. В процессе добычи относительно эффективно можно воздействовать только на внешнюю влагу путем предварительного осушения пласта, увеличения выхода крупно-средних сортов, снижения интенсивности орошения за счет уменьшения пылеобразования.

Сера, содержащаяся в угольном веществе, подразделяется на органическую, пиритную и сульфатную. Нормируемым качественным показателем является общая сера, которая складывается из всех трех разновидностей. При механическом обогащении угля удаляется лишь незначительная часть серы, полное ее удаление практически невозможно. Содержание общей серы в рядовом угле является единственным показателем качества, которым невозможно управлять в процессе добычи. [1,2].

Так же мы не можем не упомянуть о сортности добываемого угля.

Гранулометрический состав. Отгружаемый шахтами рядовой уголь состоит из различных по форме и размеру кусков. В результате исследований [4] установлено, что наибольшее измельчение угля происходит в очистном забое, где образуется от 18% до 50% штыба. Лучшая сортность добываемого угля достигается в том случае, если исполнительный орган комбайна отрабатывает незначительную часть забоя, а основная масса угля само обрушается. По данным А.А.Крахмалева [3] значительное измельчение угля происходит не только при его выемке, но и при последующей транспортировке. Выход штыба от выемочных машин составляют 18,2-35,6 процентов, а при транспортировании от лавы до угольного склада 10,7-39,9 процентов. На основании статистической обработки данных гранулометрического состава проб угля, отобранных в очистных забоях шахт Донбасса, установлено, что основную массу рядового угля составляет класс 0-25мм (72,8%), причем штыба в этом классе содержится 59,4%, а в общей массе угля 43,3% [5]. Многочисленные исследования фракционного состава рядового угля показали, что чем меньше класс по крупности, тем выше его зольность. Значительное преобладание выхода мелких классов обусловлено применением современной техники: Узкозахватные комбайны, скребковые и ленточные конвейеры, наличие большого количества пересыпов при транспортировании и т.д. Процессом формирования гранулометрического состава при добыче и транспортировке угля можно управлять путем разработки и внедрения новой выемочной техники и средств транспортировки, уменьшение количества и высоты пересыпов по всей длине транспортной цепочки.

Поведенная выше краткая характеристика основных показателей качества добываемого угля свидетельствует о том, что в условиях современного производства имеется значительный резерв по улучшению его качественного состава. На основании изучения закономерностей формирования качественных показателей в процессе добычи необходимо разработать научно обоснованные рекомендации и внедрить ряд

организационных и технических мероприятий направленных на повышение качества товарного топлива. Важнейшим качественным показателем, определяющим потребительскую и товарную ценность угля, эффективность работы угольной шахты, является зольность, поэтому исследование процесса формирования технологической зольности в очистном забое является актуальной научно-технической задачей, решение которой и посвящена данная работа.

Ухудшение качества угля сильно отражается на экономике угледобывающего предприятия. Ведь в настоящее время экономика угледобывающего предприятия зависит не только от количества добытого угля, но и в большой степени от его качества. В зависимости от основных качественных показателей формируются оптовые цены товарной продукции угольных предприятий. Согласно прейскуранту оптовых цен, например если уголь поставляется с зольностью ниже средней нормы, то за каждый процент зольности ниже средней к оптовым ценам применяется надбавка в размере 2,5 % от стоимости одной тонны, а за каждый процент превышения - скидка в таком же размере.

Таким образом, качество добываемого угля оказывает важное влияние на технико-экономические показатели работы угольной и углеперерабатывающей отраслей промышленности. Улучшение качества добываемого угля одно из основных направлений повышения эффективности производства.

1.2. Обзор и анализ опубликованных материалов по вопросам снижения зольности угля

Развитие угольной промышленности на современном этапе характеризуется тенденцией ежегодного ухудшения качества добываемого угля.

В связи данными тенденциями возникают вопросы, как же всё-таки бороться с проблемой ухудшения качества добываемых углей? Начиная с 80х годов данную проблему затрагивало огромное количество как отечественных, так и зарубежных ученых. Наибольший вклад по развитию данной темы принесли работы таких авторов: Кривченко А.А., Кузнецов Н.В., Смирнов А.И., Галушко М.К., Клемпнер К.С. Бузило В.И., Шмид А.К., Лобкин В.М., Майдуков Г.Л..

Исходя из проведенного анализа литературных источников все работы могут быть распределены по следующим группам:

работы, в которых рассматриваются причины роста зольности, приводятся результаты организационных и технических мероприятий по улучшению качества добываемого угля;

работы, авторы которых исследуют влияние отдельных факторов на процесс формирования средней зольности в пределах очистного забоя;

работы, в которых изучается процесс формирования технологической зольности угля вероятностными методами.

В работах Галушко и Кривченко были проанализированы факторы, определяющие процесс роста зольности и разработаны мероприятия, направленные на снижение засорения угля боковыми породами при выемке [6-10]. При этом были установлены основные причины роста зольности на шахтах Украины, которые можно представить в следующем виде.

1. Ухудшение горно-геологических условий залегания угольных пластов.
2. Ухудшение качественных характеристик отрабатываемых пластов.
3. Повышение уровня комплексной механизации и узкозахватной техники при выемке
4. Несоответствие выемочной техники условиям применения.
5. Совместная выемка угля и породы из подготовительных забоев.

6. Отсутствие предварительного контроля качества угля во всех звеньях технологической цепи шахты.

7. Отсутствие материальной заинтересованности у работников шахты в повышении качества продукции.

Анализ перечисленных причин показывает, что ухудшение качества угля происходит по ряду факторов горно-геологического, технического и организационного характера. Непосредственное влияние на рост засорения угля породой оказывают факторы по пунктам 1-5. Причем, 1 и 2 объединяют причины объективного характера, которые предопределены природными условиями залегания и являются малоуправляемыми. Причины пунктов 6 и 7 связаны с ослаблением технологической и производственной дисциплины, несовершенством существующей системы нормирования качества, планирования и учета объёма добываемого угля, а также с отсутствием необходимых средств и методов контроля качества в процессе добычи.

Мероприятия по улучшению качества добываемого угля можно объединить в следующие группы [6,8-10]:

–внедрение новой техники, соответствующей горно-геологическим условиям залегания;

–совершенствование паспортов крепления в забоях и на сопряжениях лав со штреками;

–укрепление боковых пород и удержание ложной кровли;

–рациональное планирование добычи по пластам с различными качественными характеристиками;

–раздельная выемка и транспортировка угля и породы.

Данные мероприятия, являясь техническими решениями, предопределяют повышение себестоимости угля за счет увеличения объёма работ при его добычи и не стимулируют коллектив участка и шахты к снижению зольности. Внедрение комплекса перечисленных мероприятий несколько сдержало тенденцию роста зольности, однако полностью проблемы не решило.

Вопросы ухудшения качества угля из-за горно-геологических и технических факторов, в частности, мощности угольного пласта и применяемых средств механизации, рассматривались в работах [9,11,12]. После изучения характера и степени засорения угля в очистных забоях, авторами работы [9] сделан вывод, что с уменьшением мощности пластов засорение угля повышается. Это обусловлено все большим долевым участием мощности слоя пресекаемых и обрушающихся боковых пород в засорении угля. Учитывая, что из тонких (до 0,8 м) пластов добывается около 30% топлива и в перспективе объём добычи из тонких пластов возрастает, авторы предлагают при проектировании новых образцов механизированных комплексов и выемочных комбайнов в число критериев их оценки включать показатель минимального засорения угля в процессе добычи.

Авторы работ [9,11] основной причиной увеличения зольности добываемых углей считают интенсивное внедрение узкозахватной выемочной техники и комплексной механизации. В лавах с механизированными крепями засорение угля в среднем на 3,3 % выше, чем было в лавах, которые использовали индивидуальное крепление при наличии одинаковых горно-геологических условий [9]. При выемке угля узкозахватным комбайном невозможно выделить породу прослоев и ложной кровли. Сложно поддерживать выработанное пространство, трудно управлять исполнительным органом в виду высоких скоростей подачи и отсутствия средств контроля границы уголь-порода. Установлено [11], что на 1% увеличения объема добычи узкозахватной техникой засорение угля породой возрастает на 0,12%. Наибольшее засорение происходит в лавах, оборудованных комбайнами с барабанными исполнительными органами типа: КА-80 и КА-90, исполнительные органы которых способны измельчать не только породные прослои, но и осуществлять присечку боковых пород средней и ниже средней крепости.

В работе [12] также отмечается влияние применяемых средств механизации (узкозахватной выемочной техники) на величину засорения угля. Автором наблюдались значительные присечки боковых пород при высоких скоростях подачи комбайна и отсутствии надежных средств контроля положения исполнительного органа по мощности пласта, особенно если колебания мощности пласта по длине лавы значительные и присутствуют резкие изменения гипсометрии.

Автором данной работы установлена параболическая зависимость степени засорения угля породой y от мощности пласта x , которая имеет вид:

$$y = 35,87x^2 - 77,78x + 44,87$$

Минимальное засорение угля в очистных забоях наблюдается на пластах мощностью 0,9-1,1 м. Это объясняется тем, что угольные пласты мощностью более 1,2 м имеют сложное строение и менее устойчивые боковые породы, а на пластах менее 0,7 м засорение происходит в результате присечки породы исполнительными органами выемочных машин.

Авторы работы [16] считают, что степень засорения угля породами непосредственной кровли зависят в основном от устойчивости пород кровли, мощности и подхватываемости ложной кровли. Для получения статистических оценок были собраны и проанализирована информация о большей части очистных забоев шахт Украины, отрабатывающих маломощные пологие пласты комбайнами прошлого поколения. Анализ полученных результатов показал, что при устойчивой кровле присечки происходят в результате неточной регулировки исполнительного органа выемочной машины, волнистости почвы и кровли, колебаний мощности пласта.

Выполненные исследования свидетельствуют о целесообразности дифференциального нормирования зольности угля с учетом вероятной величины обрушений пород кровли и присечки боковых пород в зависимости от горно-геологических и горномеханических условий выемки. Анализ работ [9,11-12] показывает. Что значительное количество лав на шахтах Украины

отрабатывается с присечкой боковых пород. В связи уменьшения мощности отрабатываемых пластов в дальнейшем намечается увеличения количества таких лав. Следовательно, в результате несоответствий выемочной техники геологической мощности пласта наличие технологической присечки неизбежно, так как отсутствуют эффективные средства механизации, позволяющие отрабатывать маломощные пласты. При выемке угля узкозахватными комбайнами трудно управлять исполнительным органом по мощности пласта ввиду высоких скоростей подачи и отсутствия средств контроля границы уголь-порода, что приводит к значительным присечкам боковых пород. Следовательно, изменчивость гипсометрии и колебания мощности пласта, отсутствие автоматизированного контроля управления исполнительным органом комбайна по мощности пласта, изменения угла падения пласта по длине очистного забоя, специфика работы скребковых конвейеров вызывают вынужденную присечку боковых пород, что приводит к дополнительному засорению угля. Для объективной оценки уровня засорения угля в очистном забое необходимо разработать методику определения величины засорения угля. Данная методика должна учитывать все возможные случаи попадания в поток угля боковых пород, позволять оперативно и с достаточной точностью получать обобщенный количественный показатель величины засорения угля.

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что зольность угля определяется большим числом взаимозависимых и трудно выделяемых в обособленном виде факторов. Рассмотрим работы, отнесенные ко второй группе, в которых изучалось влияние отдельных факторов на процесс формирования зольности добываемого угля в пределах очистного забоя.

Парными публикациями в этой области являются монографии А.К.Шмидта [17,18]. В них на основании отбора проб угля приводится расчет максимально допустимого превышения эксплуатационной зольности над пластовой в зависимости от устойчивости пород кровли, крепости пород почвы и угла падения пласта. Однако эти исследования основаны на

закономерностях, обусловленных широко применявшейся в 80-х годах техникой и практикой ручной выборки из угля части породы, поэтому частично утратило свое значение. Более детально исследовал источники и механизм засорения угля вмещающими породами в очистном забое Р. Линтцев [19]. Он рассмотрел влияние на этот процесс ряда горно-геологических и горнотехнических факторов, а также указал возможные пути снижения засорения угля породой.

В работах [20-21] рассматривается процесс формирования средней зольности. Их можно противопоставить работы третьей группы, в которых зольность рассматривается как случайная величина. Большое внимание изучения процесса формирования зольности в очистном забое и по шахте на основе статистических законов распределения уделяется в работах [19-21]. На основании экспериментальных данных исследований [18,21] установлено, что среднеквадратичное отклонения зольности отбираемых в пробу порций угля зависят от их средней зольности. В работах [10, 20] доказано, что зольность пластовых проб подчиняется нормальному закону распределения, а коэффициент вариации пластовой зольности в пределах выемочного участка (100-200 м) колеблется от 10 до 20%, а в пределах шахтопласта от 20 до 40%. Установлено, что зольность большей части пластов Донбасса имеет периодическую и случайную составляющую в пределах выемочного участка, шахтопласта и пласта. Отмеченные закономерности справедливы и для приращения зольности, вызываемого засорением угля породами кровли и почвы. По данным исследований [14] распределение случайных величин пластовой зольности, зольности добываемого угля и отгружаемых шахтой партий угля, а также зольности обращающихся в уголь пород кровли подчиняются нормальному или усеченно-нормальному законам распределения. Распределение приращений зольности, вызываемых присечками пород кровли и почвы, в соответствии с теоремой Липунова, может быть принято нормальным [22]. Процесс формирования зольности угля в очистном забое носит вероятностный

характер, то есть изменяется во времени и пространстве. Авторы работы [18] показали, что математическое ожидание зольности отгружаемого угля не превысило средних норм зольности лишь на шести шахтах Донбасса из двадцати девяти, до 40% общей массы отгружаемых партий угля имели зольность выше предельной.

Используя положительные стороны методологии выполнения работ [8,9] и дополнив их исследованием влияния большого количества факторов, переводя статистические модели в динамические, введя стохастическую составляющую в функциональные модели, В.М. Лобкин в работе [22] получил статистические оценки процесса формирования зольности угля при добыче, разработал укрупненную блок-схему и программу расчета статистических оценок и проектированных норм зольности добываемого угля. В основу программы положен расчет по математическим моделям значений мощности слоя обрушающихся и присыкаемых боковых пород $M_{бр}$ с последующим пересчетом ее в ряд значений приращений зольности A .

Наиболее полным и последовательным исследованием процесса формирования зольности угля последнего времени является работа [15]. Авторы публикации приводят результаты изучения закономерностей формирования показателей качества угля под влиянием горно-геологических условий и горнотехнических факторов. С помощью математических методов осуществляют формализацию этих процессов и дают им инженерную интерпретацию, описывают методологию прогнозирования зольности добываемого угля. В работе рассмотрены факторы, обуславливающие природную зольность угля, а также особенности строения, свойств и поведения пород кровли и почвы, влияющие на интенсивность засорения угля породой в процессе валовой выемки пластов в шахте. Определенно влияние техники и технологии подземной добычи, как важнейших условий формирования зольности добываемого угля. Приведены способы прогнозирования зольности при помощи математико-статистических методов.

Анализ перечисленных работ [10-22] показал, что процесс формирования зольности угля в очистном забое и по шахте можно рассматривать как стохастический, то есть имеющий случайный характер и подчиняющийся общим закономерностям теории вероятности и математической статистики. Характер распределения зольности подчиняется нормальному закону. Однако вероятностная оценка этого процесса позволяет установить только усредненные характеристики. Статистическая многофакторная регрессионная модель формирования зольности может успешно применяться только при оценке средних характеристик процесса на достаточно продолжительных временных и пространственных интервалах, для больших объемов добычи, что не всегда удовлетворяет требованиям, предъявленным к показателям качества добываемого угля. Наблюдавшееся на многих шахтах несовпадение фактической зольности с нормативной является следствием объективных условий производства и несовершенством методики нормирования качества добываемого угля.

Дирк Росински и Юрген Крокер предлагают использовать систему автоматического управления комбайном (EiControl) которая позволит значительно уменьшить прихватывание пустых пород в комбайновых лавах. Благодаря ее основным функциям: автоматическая система подачи, автоматика поворотного редуктора, защита от столкновения поворотного редуктора и привода конвейера, регулирование скорости в зависимости от загрузки, данные функции обеспечивают помощь машинисту по управлению комбайном[10].

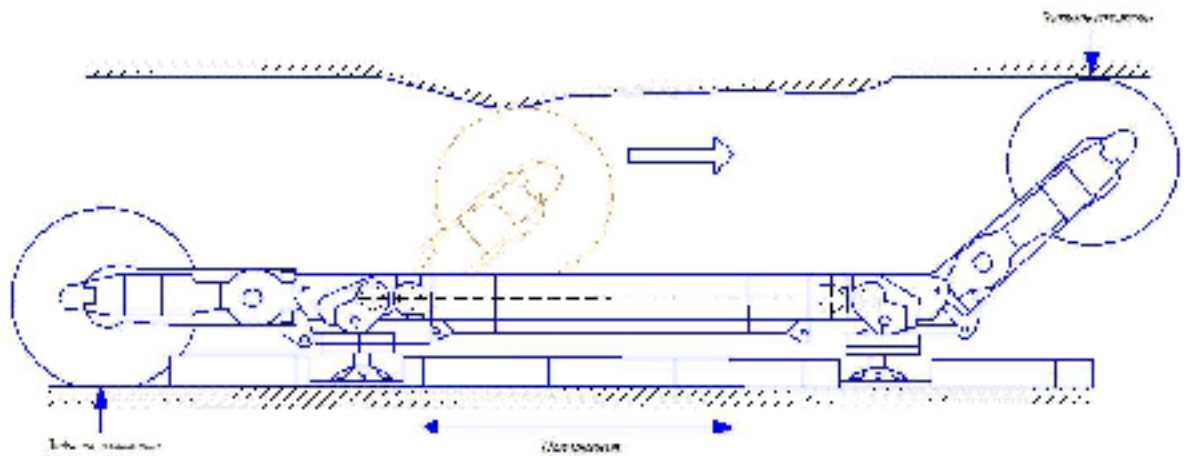


Рис.1.1. Автоматическое управление поворотным редуктором комбайна SL400

Применение системы EiControl для автоматического управления поворотными редукторами шнекового комбайна на шахтах «Липпе» и Август-Виктория» обеспечило требуемое уменьшение прихватывания пород почвы в комбайновых лавах.

Проведенный анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что в настоящее время на маломощных пологих пластах существует два основных направления снижения зольности добываемого угля: совершенствование выемочной техники и технологии ведения очистных работ; создание экономической заинтересованности у работников производства в повышении качества угля. Большое количество работ посвящено первому направлению – поиску рациональных технологий механизированной отработки тонких и весьма тонких пластов. Причем одни авторы считают экономически необходимой валовую выемку с присечкой боковых пород, другие высказываются за необходимость создания выемочной техники, вписывающейся в мощность пласта и ликвидацию присечек как основного фактора засорения, третьи высказываются за необходимость поиска оптимальной мощности присечки, обеспечивающей наименьшие затраты при добыче и качество, отвечающее требованиям потребителей. Для обеспечения качества угля на каком-то заданном уровне

целесообразно найти рациональные объемы применения валовой и отдельной выемки в лавах с присечками для условий конкретной шахты. Из приведенного анализа работ, посвященного вопросам изучения процесса формирования зольности угля в очистном забое, методам его исследования и формализованного описания следует, что засорение угля происходит по ряду причин горно-геологического, горнотехнического и организационно-экономического характера. Наблюдавшиеся несовпадения фактической зольности с нормативной свидетельствуют о необходимости совершенствования системы нормирования зольности угля. Большое влияние на величину засорения оказывает несовершенство применяемой системы планирования и учета объема добычи по приведенной массе. Для оперативной и объективной оценки уровня засорения угля в очистном забое не разработана методика определения мощности слоя засоряющих уголь боковых пород. При разработке технологических схем не всегда учитываются вопросы повышения качества угля.

1.3. Анализ производственной ситуации на шахтах

Западного Донбасса

1.3.1. Анализ применяемой техники

Угольная промышленность является древнейшей отраслью связанных с добычей различных видов топлива. Она будет оставаться всегда в числе главных поставщиков первичного сырья и энергетических ресурсов. От всех других, связанных с добычей топлива отраслей ее отличают разнообразие и сложность условий (увеличивающиеся глубины, проявления горного давления, газодинамические явления, особый микроклимат и др.), предопределяющие большое число способов и систем разработки угольных месторождений, использование широкого спектра технологических процессов и оборудования.

В последние десятилетия в угольной промышленности ведущих угледобывающих стран мира усиливаются процессы концентрации производства, растет производительность труда, повышается качество, мощность и надежность оборудования, во все большей степени удается обеспечивать бесперебойность производственных процессов, улучшать условия труда и технику безопасности (последнее особенно актуально на фоне постоянного увеличения глубин разработки месторождений). Продолжается техническое перевооружение угольных предприятий, совершенствование существующей и внедрение новой высокопроизводительной техники. От заменяемых аналогов ее отличают возросшая энерговооруженность; наличие автоматизированных систем управления на современной элементной базе с использованием микропроцессорной техники, включая эффективные средства диагностики; применение прогрессивных конструкционных материалов. Наибольшее внимание машиностроители уделяют повышению производительности и надежности машин.

Анализ стратегических мер, которые предпринимались при выведении из кризисного состояния угольных отраслей Великобритании, Германии и Польши, свидетельствует, что в основу процесса концентрации работ и интенсификации подземного производства был положен принцип эффективного использования современной техники и технологии. При этом технология постоянно ориентировалась на полное использование потенциала техники современного уровня, а техника, в свою очередь, совершенствовалась с учетом максимальной адаптации под горно-геологические и горно-технические условия шахт.

Интенсификация производственной деятельности и развитие шахт не могут осуществляться на базе устаревшей техники.

Наиболее слабыми звеньями в современных очистных комплексах, прежде всего по параметрам надежности и ресурса, в настоящее время являются забойные скребковые конвейеры и очистные комбайны.

Удельный вес простоев из-за их отказов составляет 70–80% от простоев всего размещенного в лаве и примыкающих выработках оборудования.

Особенно тяжелое положение сложилось за последние 5–10 лет с очистными комбайнами. При отработке одного выемочного столба зачастую приходится производить полную замену комбайна на новый через 300–500 тыс. т добытого угля, замену шнеков – практически через 120–200 тыс. т, поворотных редукторов – через 100–250 тыс. т, зубчатых колес и подшипниковых узлов в редукторах – через 100–200 тыс. т, гидронасосов и гидромоторов в подающих частях – через 60–100 тыс. т, рамных и корпусных узлов и деталей – через 200–300 тыс. т. Практически при отработке одного выемочного столба с учетом замены всех вышедших из строя узлов и деталей, за исключением основных корпусов, происходит замена одного-двух комбайнов. Существенная часть этих отказов не может быть устранена только в ремонтные смены и, как правило, занимает 1–2 добычные смены, порой приводя к суточным простоям высоконагруженных лав.

Основными причинами низкой эффективности эксплуатации широко применяемого до настоящего времени устаревшего горно-шахтного оборудования являются:

- недостаточный расчетный ресурс и, как следствие, низкая в сравнении с машинами современного уровня надежность (2,5–5 тыс. часов против 15–40 тыс. часов);
- низкая энерговооруженность очистных комбайнов (160–200 кВт против 360–600 кВт у современных комбайнов);
- как показывает проведенный в 2010 году анализ горно-геологических условий очистных забоев Украины, уже в 70% лав крепи устаревших комплексов не соответствуют области применения по вмещающим боковым породам, что является основным сдерживающим фактором стабильной и безотказной работы очистных забоев;

- недопустимо высокая, превышающая нормы более чем в 3 раза, трудоемкость технического обслуживания устаревшего оборудования;
- отсутствие на большинстве шахт квалифицированных кадров для его обслуживания и ремонта.

В настоящее время ключевую роль в угледобывающей промышленности Украины играет Западный Донбасс, где в настоящее время основным производителем угля является ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь». В состав объединения входят 10 шахт, а также предприятия производственной и транспортной инфраструктуры. Производственные мощности предприятий расположены на территории Павлоградско-Петропавловского угленосного района Западного Донбасса. Объединение добывает более 40% всего украинского угля. Промышленные запасы угля составляют 669 млн. т, из них в пластах мощностью менее 1 м сосредоточено 568 млн. т или 85%. Особо остро дефицит продуктивных пластов испытывают такие шахты как «Юбилейная», «Сташкова», «Благодатная», где доля запасов угля сосредоточенных в пластах мощностью 0,55 – 0,8 м составляет соответственно 67, 76 и 80%.

Несмотря на тяжелые горно-геологические условия нагрузки на очистные забои ежегодно растут. Так, еще в 2004 году шахтами ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» было выдано на поверхность 11,4 млн. т горной массы, а в 2015 году – 18,8 млн. т. Такой результат был достигнут вследствие модернизации существующей и закупки новой высокопроизводительной техники. Все это привело к росту нагрузок на очистные забои до 2,0 – 3,0 тыс. т/сут, подвигания лав до 200 м/мес.

Добыча угля ведется в 26-ти очистных забоях 10 шахт. Наибольшее применение получили комплексы 1МКД80 – 36 лав, 17 лав оборудованы комплексами 1МКД90, шесть лав оснащены комплексами чешского производства OSTROJ, три лавы комплексами 1МДМ и один струговой комплекс состоящий из механизированной крепи DBT (Германия) и струга Cat GH800 (США).

Для выемки угля применяются очистные комбайны со шнековыми исполнительными органами типа УКД – 26 лав, комбайны барабанного типа КА-200 – 25 лав, остальные очистные забои оснащены комбайнами MB444, MB 280E, РКУ10 и стругом Cat GH800. На рисунках 1.3 ,1.4,1.5 и 1.6 представлено наиболее часто применяемое на шахтах Западного Донбасса очистное оборудование.

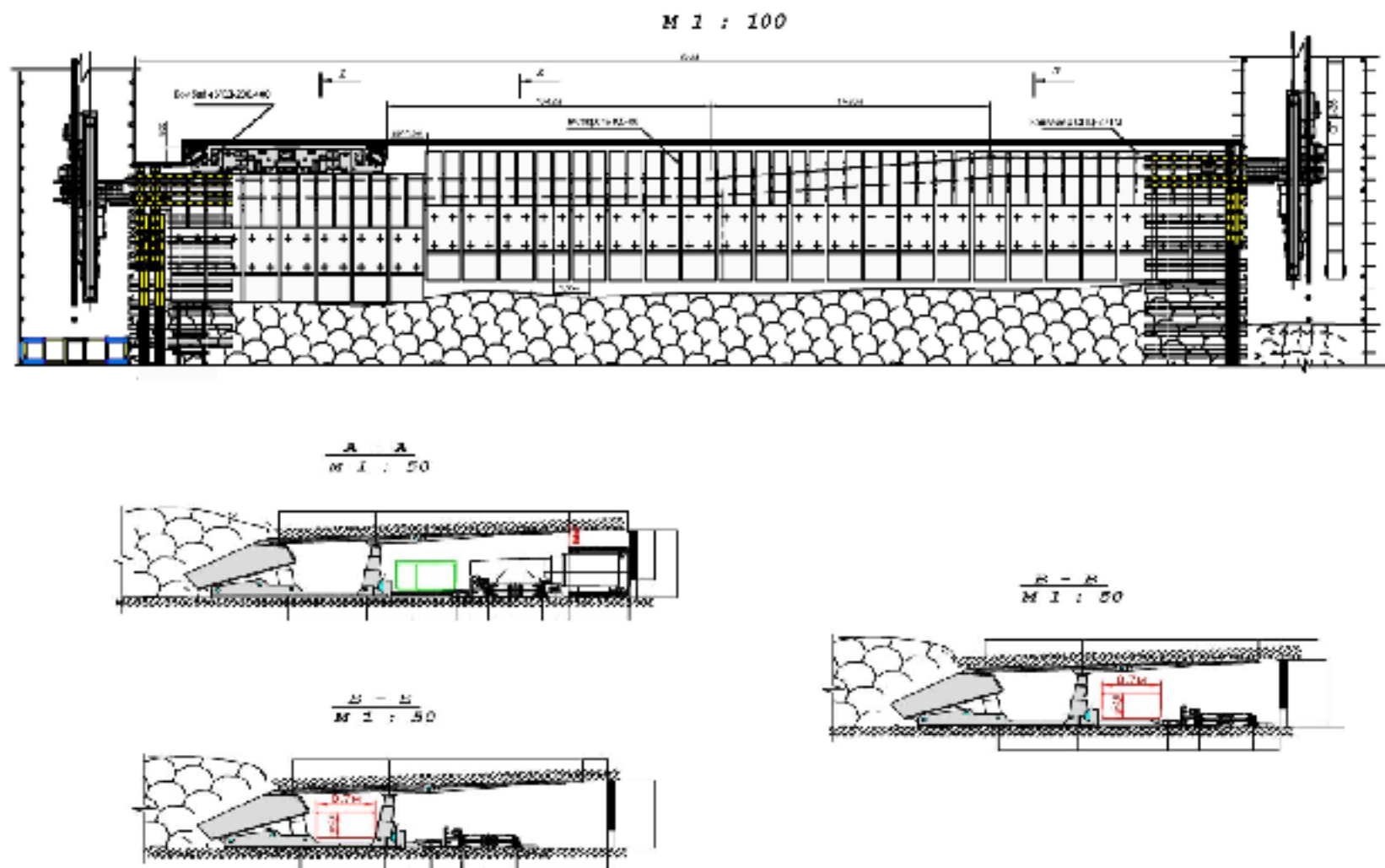


Рис. 1.2. Очистной забой оборудованный механизированной крепью КД 80 и комбайном УКД 200-400

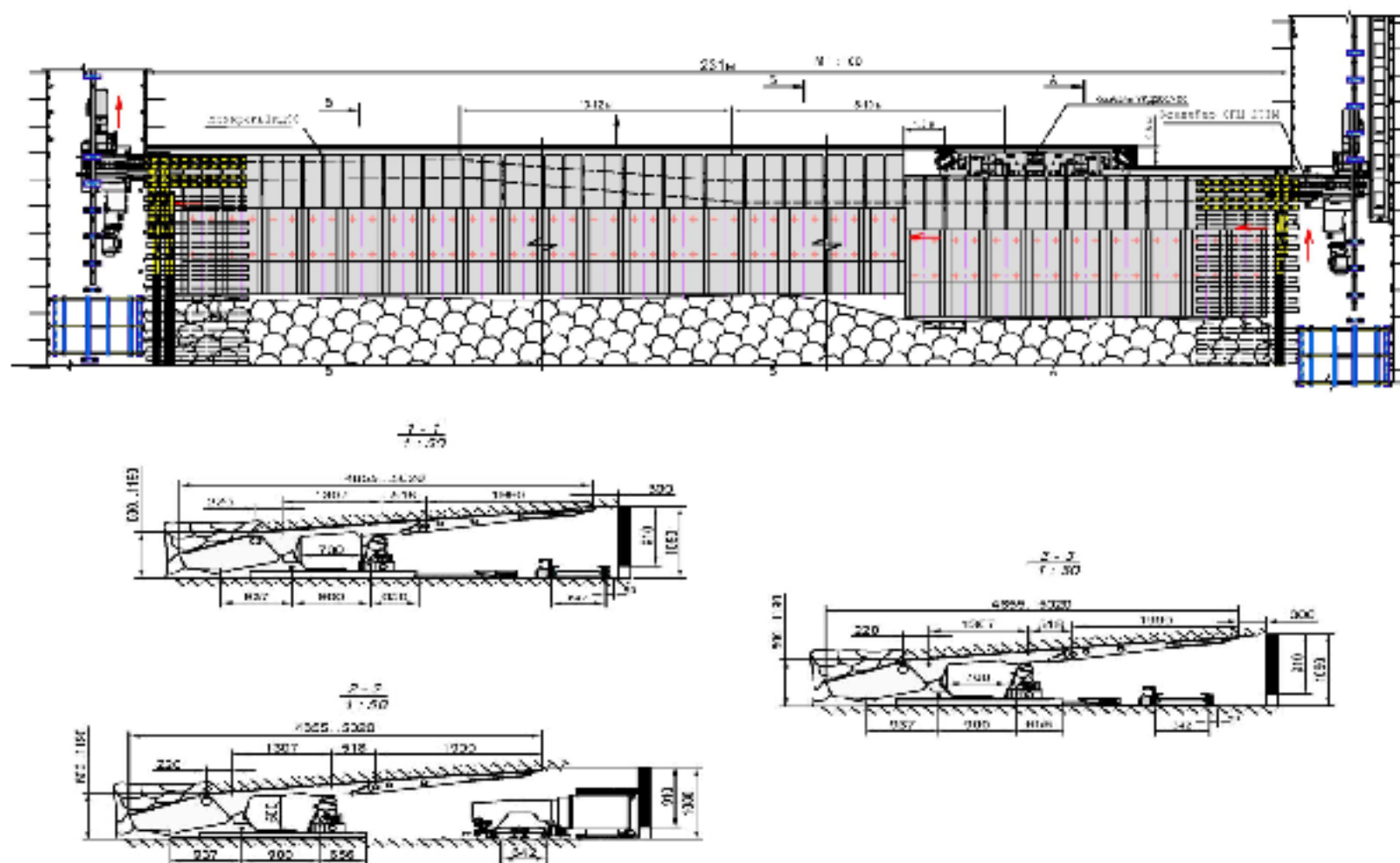


Рис. 1.3. Очистной забой оборудованный механизированной крепью КД 90 и комбайном УКД 200-400

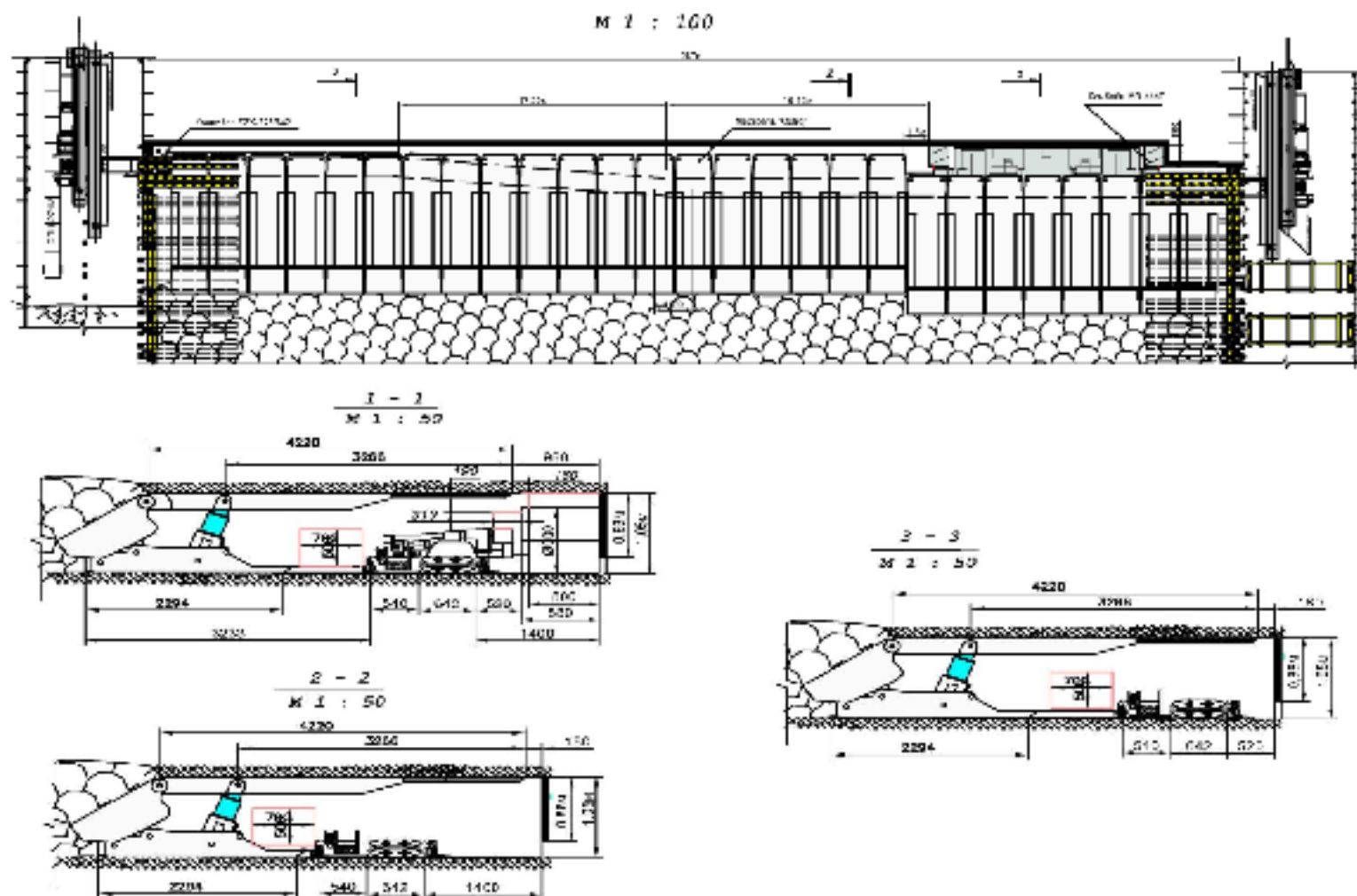


Рис. 1.4. Очистной забой, оборудованный механизированным комплексом Ostroy и комбайном MB-44P

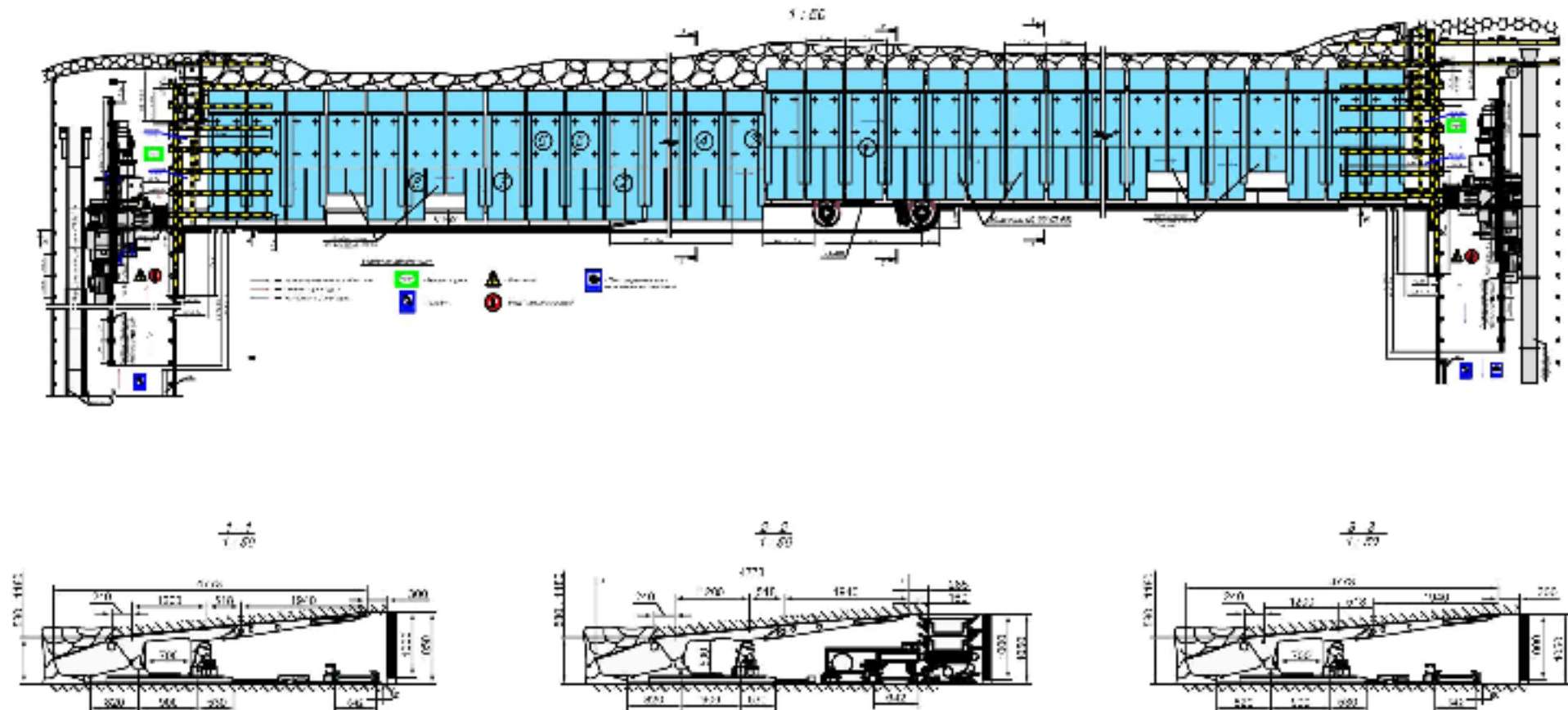


Рис. 1.5. Очистной забой оборудован механизированной крепью КД 99 и комбайном КА200

В таблице 1.1 приведены технические характеристики наиболее часто применяемых на шахтах Западного Донбасса комбайнов.

Таблица 1.1

Техническая характеристика комбайнов.

Параметр	КА 80	КА 200	УКД 200-400	МВ 444Р
Вынимаемая мощность пласта, м	0,8-1,25	0,8-1,25	0,85-1,3	0,88-1,3
Производительность т/мин:	2,2	3,0	3,3	6,0-7,0
Ширина и.о, м			0,7 – 0,8	0,8
Суммарная номинальная мощность приводов, кВт	180	200	400	400
Номинальное напряжение, В	660	660, 1140	1140	660, 1140
Максимальная рабочая скорость подачи, м/мин	5,0	5,0	5,0	11,5
Габаритные размеры				
-длина по корпусу, мм	5000	5200	5863	8216
- ширина, мм	2500	2500	1930	2000
- высота по корпусу в зоне крепи, мм	520	544	615	690
Масса, т	12,8	12,9	14,4	22,0

1.3.2. Производственные показатели очистных забоев шахт Западного Донбасса

Угли Западного Донбасса отнесены к среднезольным, среднесернистым, газовым, слабоспекающимся, обладают коксующейся способностью. Содержание золы *Ad* колеблется в пределах 12 – 25%, серы *Sd* – 1,6 – 3,5%.

Выход летучих веществ в углях колеблется в пределах 35 – 46%. Теплотворная способность в среднем по пластам изменяется в пределах 32000 – 35000 Дж/кг.

По итогам работы объединения в 2015 году было произведено 18,8 млн. т горной массы с зольностью 41,7%. Приводя полученные «объемы» к стандарту качества (6000 ккал), добыча товарного угля составила – 12,1 млн. т (– 35,6%). Таким образом определяя топливо по калорийному эквиваленту, в целом по объединению, из-за превышения зольности снимается добыча двух- трех шахт, которая составляет около 6,7 млн. т.

Таблица 1.2

Показатели работы очистных забоев на шахтах Западного Донбасса

Наименование шахты (лавы)	Добыч		Зольность %
	Среднесуточная т/сут	Годовая тыс. т	
Самарская			
176 лава	2333	532,0	36,7
178 лава	2476	304,5	32,5
547 лава	2420	355,7	34,3
Западно-Донбасская			
1012 лава	1779	3815	19,5
1014 лава	1775	170	17,7
880 лава	1238	40,8	19,8
Шахта Днепровская			
1057 лава	1021	227,6	30,1
1096 лава	986	5,9	36,2
1104 лава	1674	338,1	22,5
Шахта			

им.Н.И.Сташкова			
5015	1699	280,3	49,5
5029	1393	356,7	30,7
5017	1685	289,7	47,8
Шахта Юбилейная			
584 лава	1463	51,2	29,5
588 лава	2430	60,3	26,3
590 лава	1993	67,9	28,3
Шахта Степная			
162 лава	1823	111,1	37
167 лава	2837	890,8	28
Шахта Павлоградская			
301 лава	3103	361,9	32,3
416 лава	1385	153,2	34,7
418 лава	1072	176,6	34,6
Шахта Терновская			
884 лава	932	197,5	23,4
682 лава	1005	159,5	22,9
582 лава	2077	303,2	36,9
Шахта им.Героев космоса			
1158 лава	212	75,3	47,6
1160 лава	712	253,6	48,9
913 лава	853	303,5	44,9
Шахта Благодатная			
141 лава	144	51,7	37,0
143 лава	1237	442,7	32,2
145 лава	1032	369,4	40,0

Далее представлена диаграмма добычи и зольности шахтоуправлений ДТЭК «Павлоградугля».

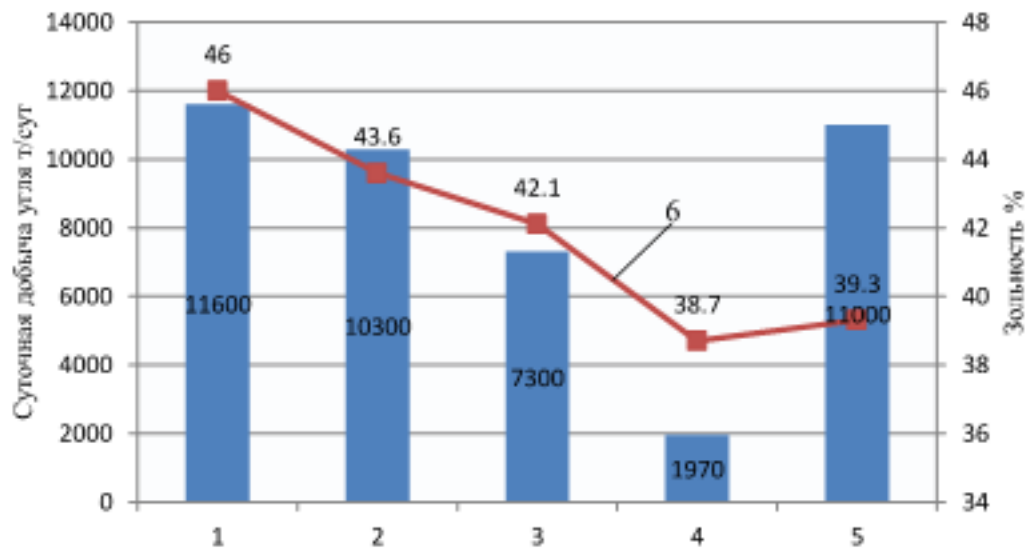


Рис. 1.6. Добыча и зольность угля по ШУ ДТЭК Павлоградуголь:

- 1 – ШУ им. Героев Космоса; 2 – ШУ Павлоградское;
- 3 – ШУ Днепровское; 4 – ШУ Першотравенское;
- 5 – ШУ Терновское; 6 – Зольность

Анализируя работу очистных забоев на шахтах Западного Донбасса можно увидеть, что внедрение оборудования нового технического уровня положительно повлияло на интенсификацию очистных работ, однако проблему улучшения качества добываемого угля это не решило. Из рисунка 1.6 видно, что наибольшая суточная добыча рядового угля производится на ШУ Героев Космоса, однако так же мы можем увидеть, что на данном ШУ добываются угли с наибольшей зольности по региону. Условно можно представить, что на данной шахте половина очистных забоев добывают чистый уголь, а другая половина вынимает пустые породы. И потому целесообразно исследовать факторы и параметры, которые влияют на зольность добываемого угля именно по ШУ им. Героев Космоса.

1.4. Основные выводы, цель и задачи исследования

Обзор и анализ технической литературы показал, что качественные характеристики добываемого угля постоянно ухудшаются и дальнейшее наращивание объемов его добычи без существенного улучшения качества сдерживает возможности повышения эффективности работы угольной промышленности. Зольность является важнейшим показателем качества, определяющим потребительскую и товарную ценность угля, оказывает существенное влияние на основные результаты работы угольных предприятий и эффективность использования угля потребителями. Снижение зольности добываемых и отгружаемых углей – важнейшая задача, стоящая перед угольной промышленностью. В связи с этим настоящее исследование посвящено данному параметру качества. На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

В последние годы зольность угля, добываемого на шахтах Украины, значительно выросла и тенденция роста сохраняется. Наиболее интенсивно рост зольности происходит в объединениях, отрабатывающие пологие маломощные пласты. Для объективной оценки уровня засорения угля в очистном забое необходимо изучить процесс формирования технологической зольности, что является актуальной научно-технической задачей.

Учитывая, что шахты Западного Донбасса играют ключевую роль в угледобывающей промышленности страны, а также имеют сложные горно-геологические условия предлагается провести исследование именно по данным шахт этого региона. В связи с тем, что на ШУ им. Героев Космоса наивысшая добыча угля в регионе с худшим качеством угля по фактору зольность, предлагается данное исследование проводить на основе данных ШУ им. Героев Космоса.

Целью данного исследования является установление закономерностей формирования зольности угля в очистном забое и разработка технических

предложений и рекомендации для снижения засорения добываемого угля в лавах.

Для достижения этой цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- сделать анализ технической литературы по вопросам снижения засорения угля пустыми породами;
- разработать методику проведения работ для определения влияния различных факторов на зольность добываемого угля;
- установить зависимости зольности от горно-геологических факторов и параметров технологии выемки в очистном забое;
- разработать технические предложения и рекомендации для снижения засорения добываемого угля пустыми породами в лавах;
- рассчитать экономический эффект от предложенных мероприятий по снижению засорения угля пустыми породами.

2 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Общее положение

Анализируя работу отдельных шахт Западного Донбасса, можно с сожалением констатировать, что за последние годы вопрос качества добываемого угля отошел на задний план. Ныне шахты выдают не «черное золото», а «горную массу». Особенно остро это заметно на ШУ им. Героев Космоса, где добыча угля ведется на пластах с тяжелыми горно-геологическими условиями C_9 , C_{10} и C_{11} . Мощность угольных пластов варьируется от 0,7 до 1,0 м и в среднем составляет 0,8 м. С учетом засорения внутрипластовыми породными прослойками и ослабленными углистыми породами в кровле и почве, угли пластов C_5 , C_4^2 – малозольные ($A^d = 9-10\%$), пласта C_{11} – зольные ($A^d = 17\%$), пласта C_9 - многозольные, всех других пластов - средnezольные.

Наименьшей зольностью характеризуется пласт C_5 . Для него на поле шахты и во всем районе характерно широкое развитие эпигенетических размывов в кровле. Самая большая зольность наблюдается в угле пластов C_{11} , C_9 которые отличаются широким развитием процессов расслоения и расщеплены на всей площади шахтного поля. Уголь большинства пластов поля шахты им. Героев Космоса по содержанию серы общей относится к среднесернистым (1,5 – 2,4%). На рисунке 2.1 представлена диаграмма средних показателей зольности и общей серы на пластах шахты им. Героев Космоса. Из рис.2.1 видно, что материнская зольность по пластам колеблется от 6 до 17%, а сера изменяется в пределах от 1,2 до 2%.

На основе производственной ситуации на ШУ им. Героев Космоса предлагается произвести анализ горно-геологических факторов и параметров очистной выемки, влияющих на засорение добываемого угля пустыми породами, а также выработать технические предложения и рекомендации для снижения зольности добываемого угля.

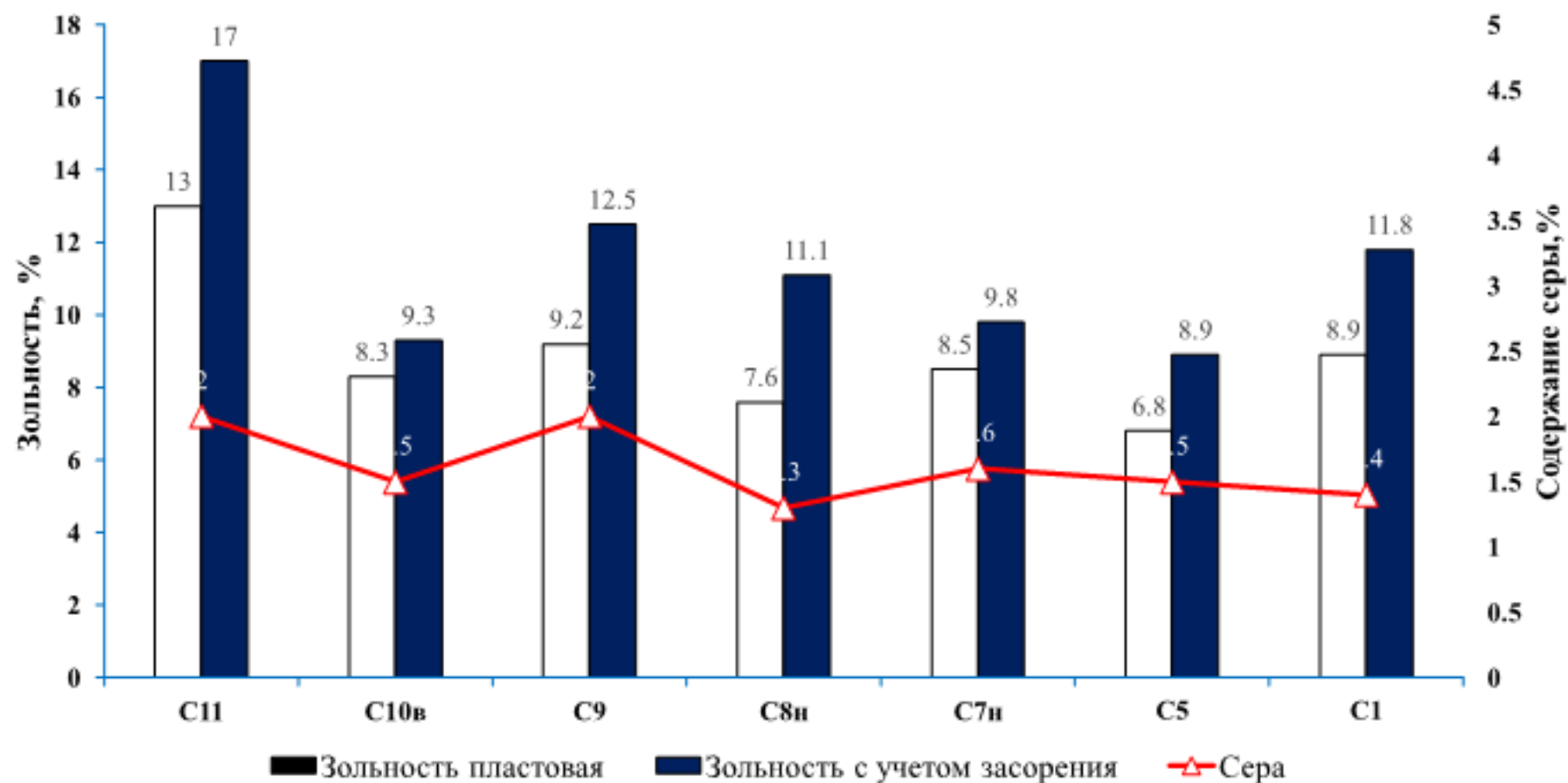


Рис. 2.1. – Средние показатели зольности и содержания серы общей по угольным пластам шахты им. Героев Космоса

2.2. Анализ факторов, влияющих на формирование зольности в очистных забоях

2.2.1. Структура засорения добываемого угля породой

Исходя из рисунка 2.2 основное засорение угля происходит в очистных забоях, и составляет около 69 % от обще шахтного засорения. Основными причинами засорения угля в очистных забоях является: вывалообразования около 30%, и присечки вешающих пород при отработке весьма тонких пластов 25 – 26%. Причем если на процесс вывалообразования техническими средствами повлиять весьма проблематично, то уменьшить процент присечки вмещающих пород существующими методами возможно. Также при подготовительных работах загрязнение угля составляет 32% и прочие факторы 1 – 2%.

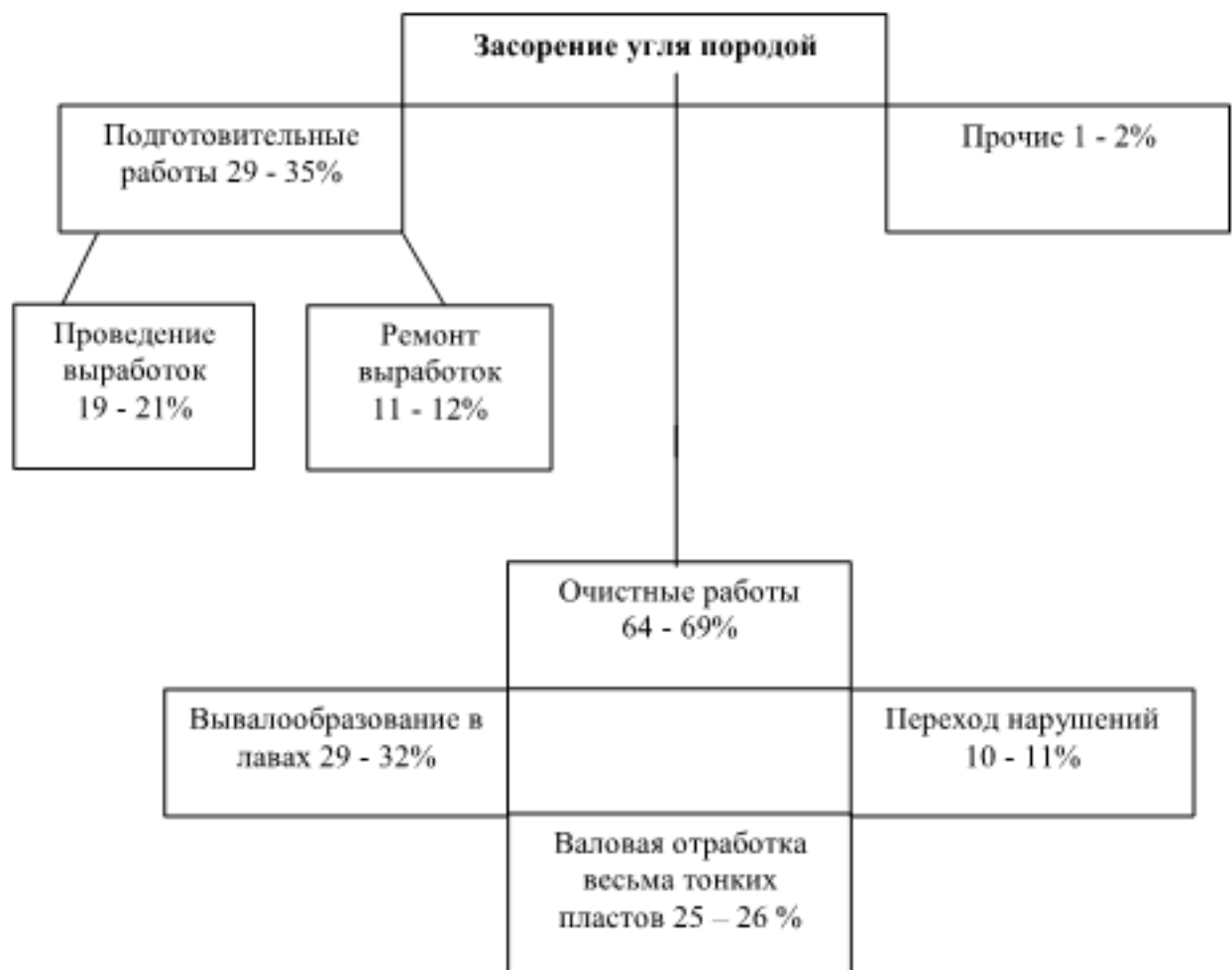


Рис. 2.2. – Структура засорения угля пустыми породами

Безусловно, при валовой отработке пласта на зольность существенно влияет полезная мощность пласта, и чем она меньше, тем больше величина присечки и зольность горной массы. И поэтому в данной работе мы рассмотрим материалы, связанные с вопросом снижения зольности угля.

2.2.2. Факторы, влияющие на формирование зольности в очистных забоях

Проведенный анализ литературных источников по данному вопросу показал, что процесс формирования технологической зольности происходит в пределах очистного забоя и носит стохастический характер, то есть в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий выемки изменяется во времени и пространстве. Для установления причин роста зольности угля и определения направления работ по ее снижению необходимо провести всесторонний анализ факторов, влияющих на процесс формирования зольности в очистном забое, с последующей группировкой в единую систему их основных показателей, что является важнейшим условием целенаправленного поиска резервов производства. Выделяют следующие основные группы факторов:

- природные факторы (изменчивость мощности и гипсометрии пласта в пределах выемочного цикла, наличие, характер и параметры тектонических нарушений);

- искусственные (система отработки, применение различной техники с различными вариантами комбайнов, применение комбайнов с разными диаметрами исполнительных органов и скоростью подачи).

Данная классификация носит общий характер и на ее основе можно провести систематизацию факторов, определяющих процесс формирования технологической зольности при выемке.

Проведем группировку факторов, влияющих на процесс формирования технологической зольности, и сведем их в табл. 2.1. На формирование

зольности оказывает влияние большое количество объективных и субъективных факторов, можно разделить на три группы:

- неуправляемые;
- малоуправляемые;
- управляемые.

Практически все показатели горно-геологических являются неуправляемыми, поэтому к первой группе следует отнести природные характеристики угольных пластов и боковых пород, условия залегания месторождения. Обводненность горного массива, устойчивость, трещиноватость и нарушенность пород кровли и почвы, доленое участие в процессе засорения пород кровли и почвы следует отнести к малоуправляемым. Все остальные показатели являются управляемыми, то есть применение различной техники, технологии и организации труда в очистном забое, можно улучшить качество добываемого угля.

Анализ данных таблицы 2.1 показывает, что на формирование технологической зольности угля оказывают влияние такие неуправляемые факторы как изменчивость мощности и гипсометрии пласта в пределах выемочного цикла. Ухудшение горно-геологических условий залегания угольных пластов и высокий уровень очистных работ требуют детального изучения влияния изменчивости мощности и гипсометрии пласта, наличия и параметров тектонических нарушения на величину засорения угля боковыми породами в процессе выемки, особенно при отработке тонких и весьма тонких пластов.

Таблица 2.1

Факторы влияющих на формирование зольности в очистных забоях			
Горно-геологические			
Качественная характеристика угольного пласта	Свойства пород кровли и почвы		Условия залегания угольного пласта
Зольность пачек, слагающих пласт	Зольность		Глубина залегания
Плотность пачек	Плотность		Угол падения
Наличие и мощность породных прослоев	Крепость		Геологическая мощность
Строение пласта	Прочность		Гипсометрия
Степень метаморфизма	Слоистость		Обводненность
Петрографический состав	Устойчивость		Тектонические нарушения
Минеральные включения	Трепциноватость		Колебания мощности пласта
Технические			
Вид выемки в очистном забое	Порядок отработки шахтного поля	Способ отработки угольного пласта	Параметры технологии
Струги	Способ подготовки	Валовая	Длина лавы
	Система разработки		Наличие и длина нипп
Комбайн	Последовательность отработки	Селективная	Вынимаемая мощность в лаве и ниппе
	Угол встречи забоя с тектоническим нарушением		Схема работы комбайна
Организационно-экономические			
Формы управления и планирования процессом добычи	Технический уровень средств и контроля качества		Оптовые цены и материальное стимулирование
Варьирование параметрами технологии	Наличие на комбайне датчиков контакта уголь-порода		Совершенствование ценообразования на уголь и продукты его переработки
Организация работ в лаве	Наличие контроля качества на выходе горной массы из очистного забоя		Материальная стимуляция рабочих и ИТР

2.3. Методика проведения исследования

Исходя из проведенного обзора литературных источников и анализа факторов, влияющих на засорение добываемого угля пустыми породами, на примере условий шахты им. Героев Космоса разработана методика проведения исследований влияния горно-геологических факторов и технологии очистных работ на зольность добываемого угля. Методикой предусматривается выполнение следующих этапов:

- определение мощности слоя засоряющих уголь пустых пород;
- установление зависимостей зольности от горно-геологических факторов (плотность угля, геологическая мощность угля, разрывные нарушения);
- установление зависимостей зольности угля от горно-технических параметров (размер и тип используемого очистного оборудования и скорости его подачи);
- на основе проведенных исследований необходимо разработать технические предложения и рекомендации для снижения зольности угля.

2.4. Выводы

На процесс формирования технологической зольности угля оказывает влияние как природные (изменчивость мощности и гипсометрии пласта в пределах выемочного цикла, наличие, характер и параметры тектонических нарушений), так и искусственные факторы (система отработки, применение различной техники с различными вариантами комбайнов, применение комбайнов с разными диаметрами исполнительных органов и скоростью их подачи). Представлена методика проведения исследований, на основе которой разрабатываются технические предложения и рекомендации для снижения зольности угля.

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЗАСОРЕНИЕ ДОБЫВАЕМОГО УГЛЯ ПУСТЫМИ ПОРОДАМИ

3.1. Общие сведения о шахте им. Героев Космоса

Поле шахты состоит из четырех блоков №1, блок №2 (только пласты C_{10}^B и C_9 , прирезанные от шахты «Западно-Донбасская» №6/42) и блоки №3 и За. На балансе шахты находятся пласты C_{12} , C_{11} , C_{10}^B , C_9 , C_8^H , C_7^B , C_7^H , C_6^B , C_6^H , C_5 , C_4^2 , C_2 , C_1 , C_0^1 . Промышленное значение имеют 7 угольных пластов C_{11} , C_{10}^B , C_9 , C_8^H , C_7^H , C_5 , C_1 . Остальные пласты отнесены к забалансовым. По состоянию на 01.01.2016 г. балансовые запасы поля шахты им. Героев космоса составляют 68%, а забалансовые 32% от общих запасов.

На сегодняшний день горные работы на шахте ведутся по пластам C_{11} , C_{10}^B и C_9 в блоках №1 и 2.

Блок №1 расположен в середине шахтного поля, блоки №3 и За примыкают к нему с западной, а блок №2 – с восточной стороны. Схема вскрытия пластов C_{10}^B и C_{11} на блоке №1 изображена на рисунке 3.1.

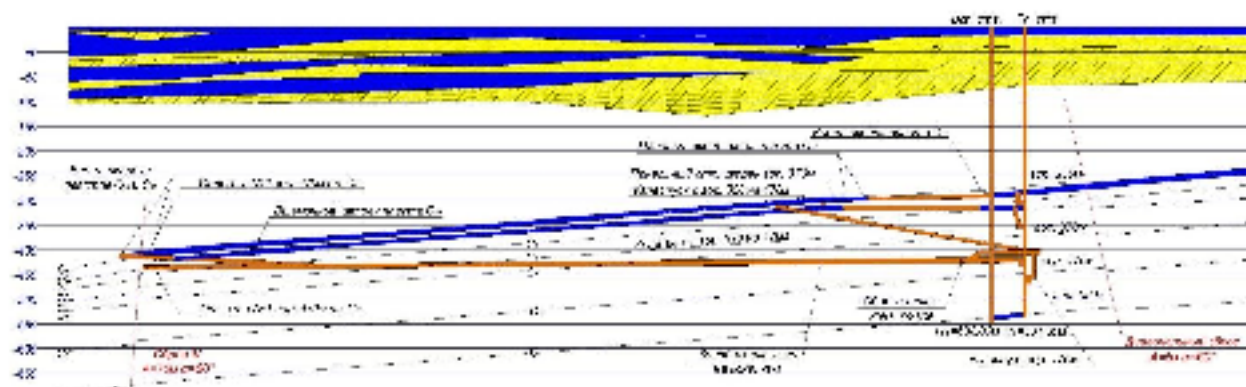


Рис. 3.1. – Схема вскрытия пластов C_{10}^B и C_{11} на блоке №1

Вскрытие блока №1 осуществляется двумя вертикальными центрально-расположенными стволами (главным и вспомогательным).

Для вскрытия пластов от околоствольных дворов пройдены откаточный квершлаг на горизонте 350 м (пласт C_{11}) и два откаточных квершлага на горизонте 370 м (пласт C_{10}^B).

У нижней границы шахты горизонта 470 м пройдены откаточные квершлаг №3 и 4, которыми вскрыты пласты C_{10}^B и C_{11} .

Между горизонтами 370 м (от магистральных штреков) и 470 м (околоствольный двор) пройден наклонный конвейерный квершлаг под углом 10° . Кроме этого, от магистральных вентиляционных штреков горизонта 350 м пройдены два вентиляционных квершлага №1 и 2 на главный ствол (горизонт 330 м).

Горизонт 350 м предназначен для обслуживания горных работ по пласту c_{11} , горизонт 370 м – по пластам C_{10}^B и C_9 и подачи угля с пластов C_{11} , C_{10}^B , C_9 .

Горизонт 470 м является дренажным, на нем расположен центральный шахтный водоотлив.

Для улучшения проветривания на промплощадке шахты пробурена воздухоподающая скважина к горизонту диаметром 2,6 м.

В соответствии с техническими заданиями и дополнениями к нему предусматривается в первую очередь отработка пластов C_{11} , C_{10}^B , C_9 в блоках №3 и 3а.

Система разработки уклонного поля – длинные столбы (до 1700 м) по восстанию, что соответствует горно-геологическим условиям отработки пластов на этом участке, с отработкой выемочного столба от третьего западного магистрального штрека горизонта 470 м в направлении к западному магистральному второму откаточному и первому конвейерному штрекам горизонта 370 м. Длина очистных забоев – 250 – 300 м.

Система разработки бремсбергового поля длинными столбами (длинной до 3 км) по простиранию обусловлена благоприятными условиями ведения горных работ на восточном крыле бремсбергового поля блока №1

(незначительными водопроявлениями и сравнительно благоприятными условиями по поддержанию выработок к повторному использованию).

Выемочные столбы отрабатываются от западных вентиляционных ходков №1 и 2 в направлении к западным грузо-людскому ходку и полевому бремсбергу.

Длина лав составляет 250 – 310 м. Выемочные столбы отрабатываются без перехода и с переходом лав в смежные столбы. Выемочные штреки в первом случае за лавами погашаются, а для новых проводятся вприсечку к выработанному пространству, во втором случае – один из выемочных штреков поддерживается следом за подвиганием лавы и служит для отработки смежного столба. Управление кровлей в лавах – полное обрушение.

В данное время мощность шахты обеспечивается работой 5 тью очистными забоями, расположенных на пластах:

- С₉, блок №1, бремсберговое поле, восточное крыло;
- С₉, блок №2, бремсберговое поле;
- С_{10^В}, блок №2, уклонное поле;
- С_{10^В}, блок №1, уклонное поле, восточное крыло;
- С₁₁, блок №1, бремсберговое поле, западное крыло.

В блоке №1 на восточном крыле шахты в бремсберговом поле отрабатывается пласт С₉, в уклонном – пласты С₁₁ и С₉, на западном крыле в бремсберговой и уклонной части – пласты С₁₁, С_{10^В} и С₉.

Длина выемочных столбов определяется конфигурацией верхней и нижней границ шахтного поля, тектоническими нарушениями и границами рабочих мощностей пластов. Максимальная длина столбов составляет 1800 м.

Пласты отрабатываются по столбовой системе разработки без перехода и с переходом лав в смежные столбы. Выемочные штреки в первом случае за лавами погашаются, а для новых лав проводятся вприсечку к выработанному пространству, в другом – один из выемочных штреков поддерживается за

лавой и служит для отработки смежного столба. Управление кровлей – полное обрушение. Длина очистных забоев – 180 – 237 м.

3.2. Качественные характеристики разрабатываемых пластов

Пласт С₁₁ является верхним пластом промышленного значения. На большей части шахтного поля выдержан (в центральной части оцененной площади) и относительно выдержан (в северно-западной части оцененной площади). За линией расщепления пласта (восточная та юго-восточная часть оценочной площади) – в основном забалансовые, на отдельных участках мощность пласта ниже расчетной (0,25 – 0,40 м).

Рабочая мощность пласта установленная по всей площади центральной части поля шахты та колеблется от 0,6 до 0,9 м, со средними значениями 0,7 – 0,75м. Исключением есть два отдельных изолированных линзы с мощностью ниже расчетной, зафиксированны на севере центральной части шахтного поля, в районе скважин №№НЗ-2185 и НЗ-2186.

По пласту С₁₁ имеется 21199 тыс. т угля, из которых большая часть – 60,6% сосредоточено в границах площадей с геологической мощностью более 0,8 м, остальная часть запасов – 6107 тыс. т залегает в интервале мощностей 0,55 – 0,8 м.

С учетом засорения внутрипластовыми породными прослойками и ослабленными углистыми породами в кровле и почве, пласта С₁₁ является весьма зольным ($A^d = 17\%$).

Средние значения теплоты сгорания (Q_s^{daf}) для пласта С₁₁ составляет 33,16 МДж/кг. На рисунке 3.2 представлена выкопировка с плана горных работ по пласту С₁₁ шахты им. Героев Космоса.

Пласт С₁₀. В пределах площади шахтного поля находится 19036 тыс. т угля, из которых – 80,2% или 15269 тыс. т запасов с мощностью более 0,8 (верхнее значение – 1,35 м). В интервалах геологических мощностей запасы распределяются в следующих отношениях: 0,6 – 0,8 м –

16,9%; 0,5 – 0,59 м – 1,2%. Соответственно, на площади распространения пласта с мощностью менее 0,8 м находится 3448 тыс. т угля.

В пределах юга – восточной части оцененной площади отмечена удержанная мощность пласта C_{10}^B – 0,9 – 1,0 м. Далее за линией разщепления у севера – восточной части пласт теряет свое промышленное значение потому что его мощность снижается до забалансовой (0,45 – 0,55 м).

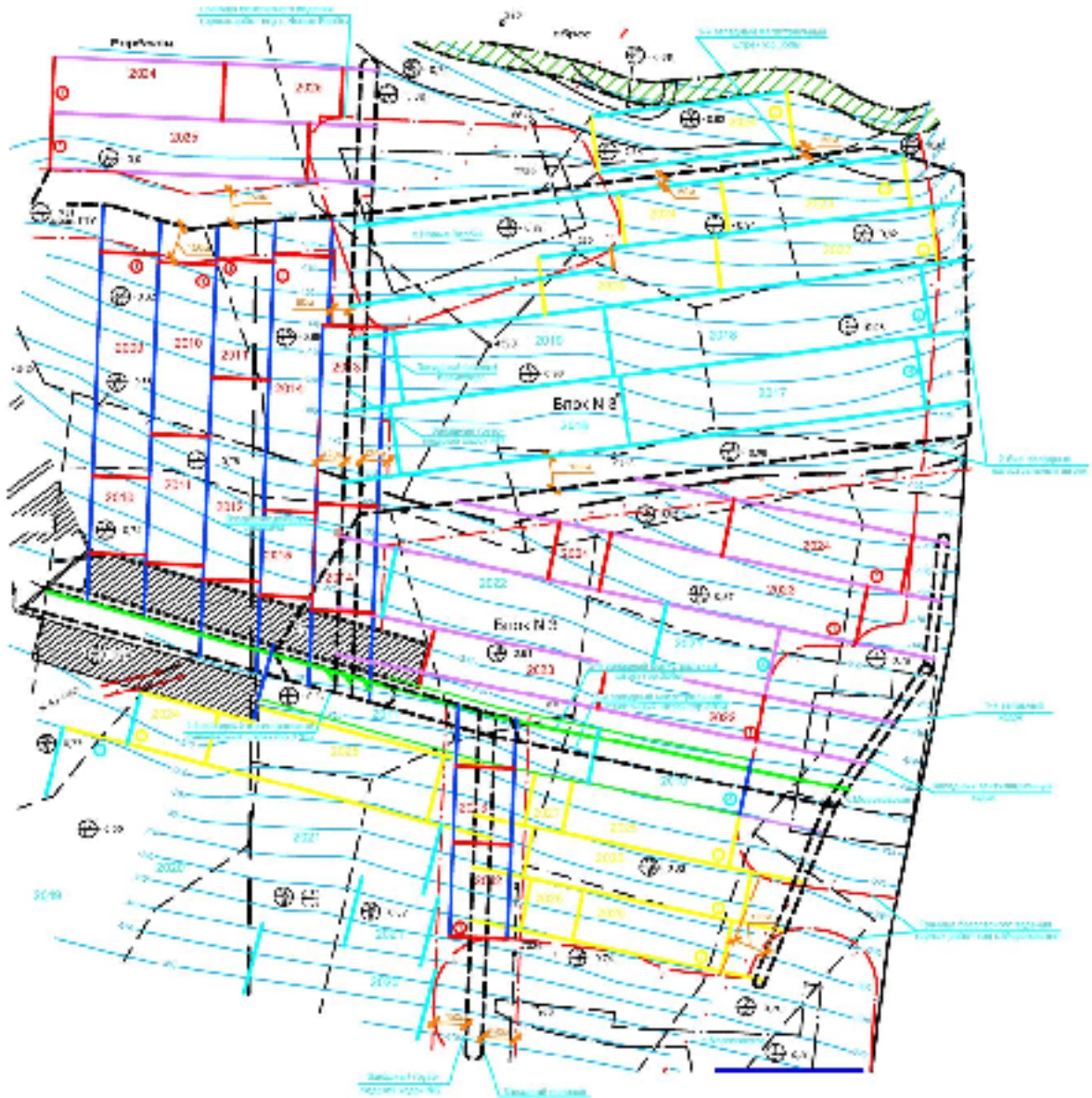


Рис. 3.2. Выкопировка с плана горных работ по пласту C_{11} шахты им. Героев Космоса

Строение пласта простое, однако, отмечено двух пачковое строение с наличием маломощного породного прослойка (0,02 – 0,05 м) в кровле, или у

3.3. Исследование влияния горно-геологических факторов на зольность добываемого угля

3.3.1. Определение мощности слоя засоряющих пород в процессе очистных работ

Зольность добываемого угля является планированным показателем качества. Основным показателем, объективно отражающим физический смысл засорения, является количество пресекаемых и обрушившихся в уголь боковых пород. Мощность пресекаемых боковых пород в очистных забоях определяется по следующему выражению:

$$m_{пр} = m_{вын.} - m_{ср.пл.} \quad 3.1$$

Где $m_{вын.}$ – вынимаемая мощность пласта, м;

$m_{ср.пл.}$ – геологическая мощность, м.

Для анализа были выбраны балансовые пласты шахты а именно C_9 , C_{10} и C_{11} . Из рисунка 3.5 следует, что мощность пласта и присечки на выемочных участках колеблется в широких пределах также изменяется длина выемочных столбов от 1300м на пласте C_9 лавы №956 до 1900м на пласт C_{10} лавы №1026 .

На основе проведённого анализа горно-геологических и горнотехнических условий отработки пластов были построены графики изменения геологической мощности пласта и величины присечки в пределах выемочных столбов по пластам C_9 , C_{10} и C_{11} (рис.3.5).

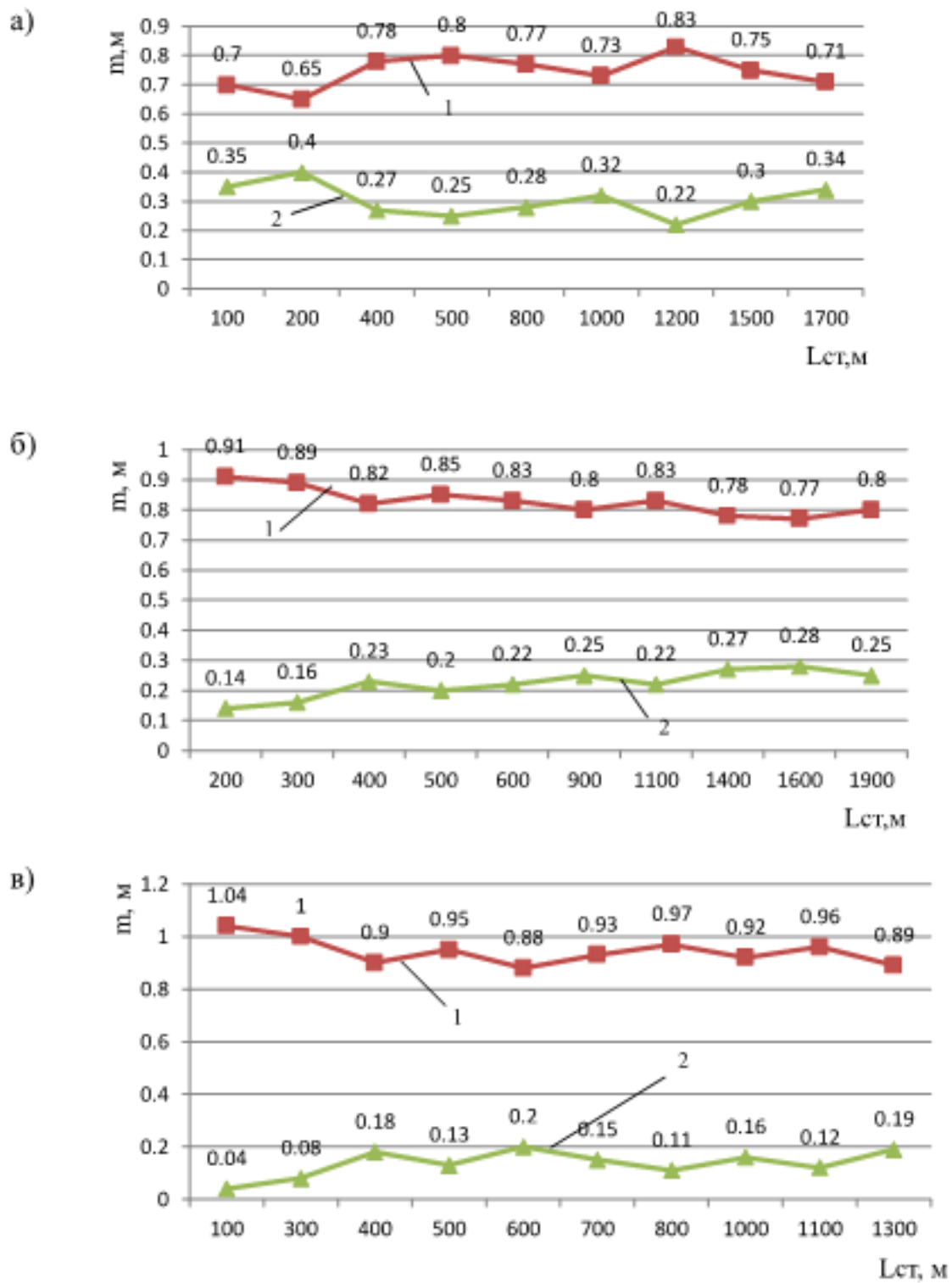


Рис. 3.5. Изменение мощности пласта и мощности присечки боковых пород в пределах выемочных столбов шахты им. Героев Космоса: а) – пласт C_{11} ; б) – пласт C_{10} ; в) – пласт C_9 .

1 – геологическая мощность пласта; 2 – мощность присечки

По пласту C_{11} на выемочном участке № 1160 мощность пласта изменяется в пределах от 0,65 до 0,83 м, а мощность присечки от 0,22 до 0,4м.

По пласту C_{10} на выемочном участке №1026 мощность пласта изменяется в пределах от 0,77 до 0,91 м, а мощность присечки от 0,14 до 0,28м.

По пласту C_9 на выемочном участке №956 мощность пласта изменяется в пределах от 0,88 до 1,04 м, а мощность присечки от 0,04 до 0,19м.

Из данного анализа видно, что наибольшему засорению подвергается пласт C_{11} . Средняя мощность пласта составляет 0,75м и соответственно мощность слоя засоряющих пород в среднем составляет 0,3м.

Для дальнейших расчетов предлагается проанализировать изменчивость материнской зольности пластов в пределах выемочных столбов шахты им. Героев Космоса. Используя данные разведочных скважин, были построены гистограммы изменения материнской зольности в пределах выемочных столбов (рисунок 3.6).

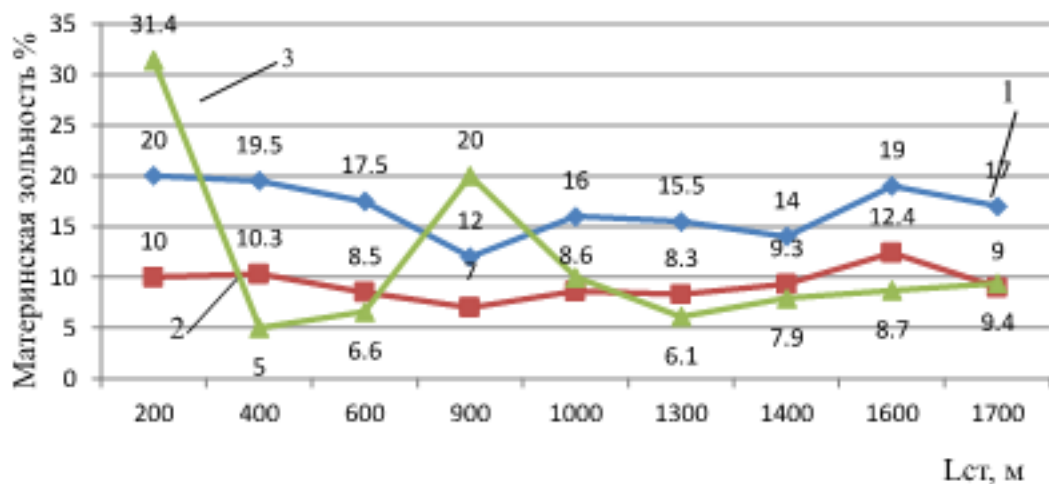


Рис. 3.6. Изменение материнской зольности пласта в пределах выемочного столба: 1 – пласт C_{11} ; 2 – пласт C_{10} ; 3 – пласт C_9

Из представленного рисунка 3.6 следует, что в пределах выемочного столба материнская зольность изменяется в довольно широких пределах .

Материнская зольность пласта C_{11} с учетом засорения породными включениями колеблется от 14 до 20% средняя по пласту составляет 17%. Материнская зольность пласта C_{10} изменяется в пределах от 7 до 12,5% со средним значением 9,3%. Материнской зольности пласта C_9 мы наблюдаем огромные скачки зольности такие как 30% на участке 200м и 20% на участке 900м это связано с неоднородностью угольного массива всё-таки породные прослойки делают свое дело. Среднее значение материнской зольности по пласту C_9 составило 12,5%. Проанализировав данный рисунок можно сказать что пласт C_{10} имеет наименьшую материнскую зольность далее идет пласт C_9 материнская зольность которого превышает зольность C_{10} пласта в среднем на 3%, материнская зольность пласта C_{11} является наивысшей среди разрабатываемых пластов.

3.3.2. Влияние мощности слоя засоряющих пород на технологическую зольность угля

Технологическая зольность угля определяется по следующему выражению:

$$A_{\text{тех}} = \frac{A_y \cdot \gamma_y \cdot m_y + A_n \cdot \gamma_n \cdot m_n}{\gamma_y \cdot m_y + \gamma_n \cdot m_n} \quad 3.2$$

где A_y и A_n - материнская зольность угля и породы соответственно %;

γ_y и γ_n - плотность угля и боковых пород соответственно, т/м³;

m_y и m_n - вынимаемая мощность пласта и величина присечки, м.

В данном выражении мы можем наблюдать так же такую величина как плотность угля, для начала хотелось бы определить зависимость зольности угля от его плотности. Для этого предлагается не обращать внимание на величину присечки боковых пород и для всех вариантов принять минимальное значение, а именно 0,05 м. По данным шахты плотность

угольных пластов варьируется в пределах от 1,1 до 1,6 т/м³. Результаты представлены на рисунке 3.7.

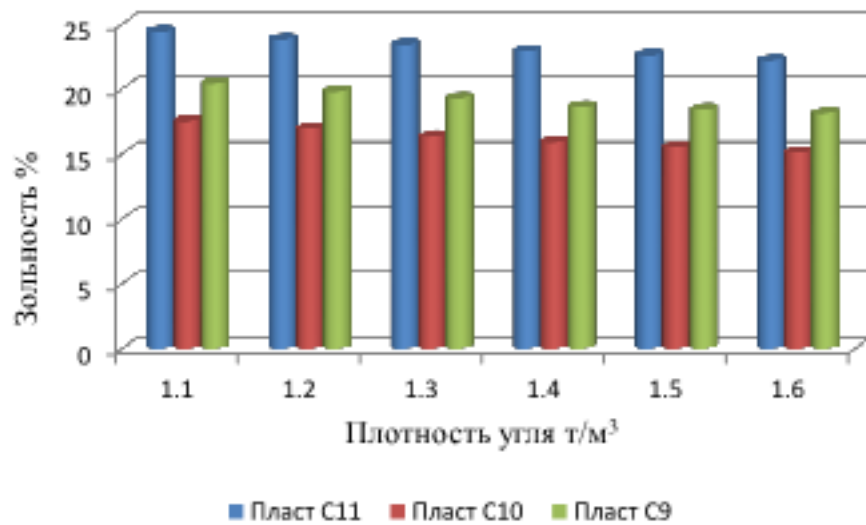


Рис. 3.7. Зависимость технической зольности угля от его плотности

Анализирую диаграмму, представленную на рисунке 3.7 можно увидеть, что во всех трех вариантах с увеличением плотности угля его зольность не значительно уменьшается, а именно при увеличении плотности угля на 0,1 т/м³ его зольность снижается на 0,4 %.

Согласно данным взятых с рисунка 3.5 мы наблюдаем колебания мощности пластов от 0,7 до 1,0 м и мощности присечки от 0,05 до 0,35 мы строим зависимость зольности от величины присечки.

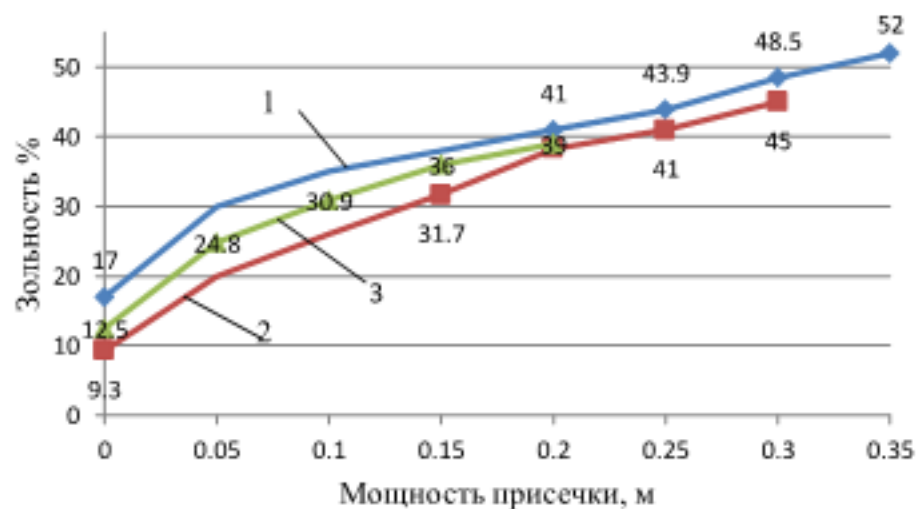


Рис. 3.8. Зависимость технологической зольности от мощности слоя засоряющих уголь пустых пород 1 – пласт C_{11} ; 2 – пласт C_{10} ; 3 – пласт C_9

Из рисунка 3.8 видно, что мощность слоя засоряющих уголь пород играет значительную роль в образовании технологической зольности. Так при увеличении мощности слоя засоряющих пород на 1см приводит к дополнительному засорению добываемого угля на 5 – 8 %. Из построенной диаграммы видно что наименьшую зольность мы имеем на пласте C_9 это связано с тем что на данном пласте нет присечки боковых пород более 0,2м в отличие от пласта C_{10} где среднее засорение составляет 0,25м, и конечно же наивысшую зольность мы наблюдаем на пласте C_{11} где в среднем слой засоряющий уголь пород составляет 0,35м соответственно эксплуатационная зольность является наивысшей и будет изменяться от 41 до 50%, для сравнения зольность C_9 пласта варьируется от 24 до 39% а зольность пласта C_{10} изменяется от 31,7 до 45%.

3.3.3. Засорение угля при переходе разрывных геологических нарушений механизированными комплексами.

В настоящее время наблюдается тенденция вовлечения в эксплуатацию все более сложных по своему тектоническому строению выемочных участков. Количество шахтных полей с геологическими нарушениями ежегодно увеличиваются на 4-6% и общий объем их составляет около 60%. Согласно данным работы [73], в Украине на пластах с углом падения до 35 градусов в условиях нарушенной кровли работало 41,5% комплексно-механизированных забоев. Ими пройдено 98 геологических нарушений общей длиной 26,6 км. Широкое применение комплексной механизации на тонких пологих пластах позволяет обрабатывать лавы с геологическими нарушениями типа сброс, амплитуда которых достигает 2,5 м. При

отработке таких лав происходит значительные присечки боковых пород в результате существенно повышается зольность добываемого угля. Переход геологических нарушений комплексами должен быть не только технически возможным, но и экономически целесообразен, то есть должен обосновываться экономическими расчетами с учетом влияния всех факторов. Однако действующая методика расчета норм показателей качества добываемого, не учитывает дополнительное засорение угля породой, возникающее при переходе тектонических нарушений комплексами.

На объем присекаемых пород и, следовательно, на величину засорения угля оказывает влияние выбор схемы перехода нарушения. В работе [74] показано что, минимальный объем присечки боковых пород возможен при применении симметричной схемы перехода нарушения.

Мощность присекаемых пород при различных схемах перехода нарушения:

–для односторонней схемы

$$m = \frac{6,2H\sqrt{Hl} \cdot \sin(\beta - 3^\circ)}{L \sin(\beta + \alpha)}; \quad 3.3$$

где H – величина вертикальной амплитуды смещения;

l - протяженность зоны присекаемых пород, м;

α - угол падения пласта, град;

β – угол, образованный линией сместителя и почвой пласта, град;

L - длина лавы, м.

–для симметричной схемы

$$m = \frac{3,1H\sqrt{Hl} \cdot \sin(\beta - 3^\circ)}{L \sin(\beta + \alpha)}; \quad 3.4$$

В случае, когда величина вертикальной амплитуды смещения больше мощности пласта значительное влияние на величину присечки оказывает

длина лавы. В среднем при увеличении длины лавы на 10м влечет
увеличение зольности на 1%.

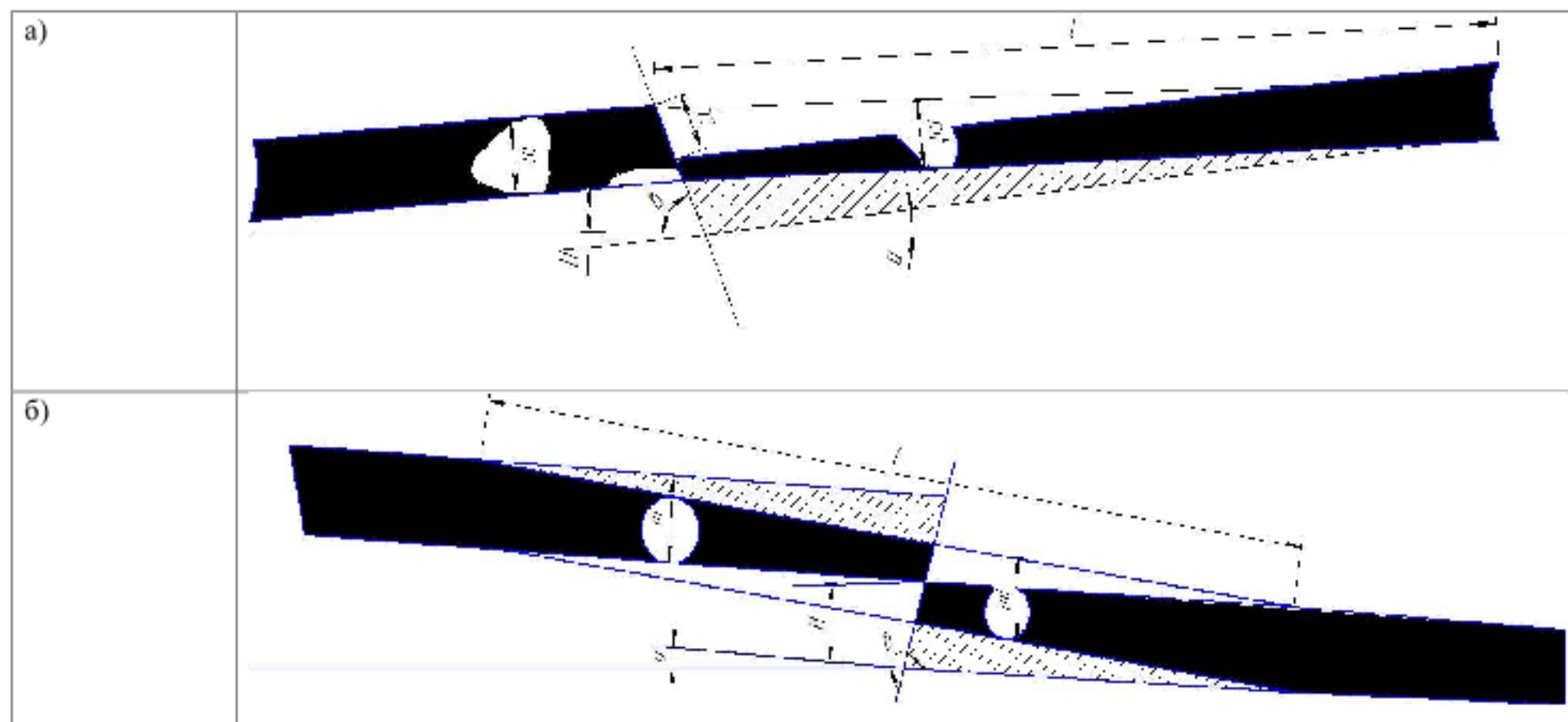


Рис. 3.9. Схемы перехода разрывных геологических нарушений: а) односторонняя схема; б) симметричная схема

3.4. Исследование влияния горно-технологических параметров на засорение добываемого угля

3.4.1. Влияние величины исполнительных органов комбайна на засорение добываемого угля

Для поставленной задачи в основное выражение определения зольности мы добавляем коэффициент ранее не учитывающийся, $M_{\text{от}}$ – мощность не погруженных отсекаемых боковых в связи с неидеальной погрузочной способностью шнековых исполнительных органов очистного комбайна.

Выражение будет иметь следующий вид:

$$A_{2M} = \frac{A_y \cdot \gamma_y \cdot m_y + A_n \cdot \gamma_n (m_n + m_{\text{от}})}{\gamma_y \cdot m_y + \gamma_n (m_n + m_{\text{от}})}, \% \quad 3.5$$

Расчет производился по двум вариантам очистных комбайнов отечественного производства типа УКД и чешского производства типа МБ техническая характеристика приведена в таблице 1.1. За исходные данные принимались действующие забои ПСП «ШУ «Героев Космоса».

Для определения $M_{\text{от}}$ требуется составить зависимость между погрузочными способностями шнековых исполнительных органов их диаметрами и количеством горной массы которое шнеки не способны погружать в связи с их техническими показателями.

Выражение производительности шнекового исполнительного органа очистного комбайна выглядит следующим образом:

$$Q = 0,25 \Pi (D_{\text{ш}}^2 - d_{\text{т}}^2) \left(S - \frac{\sigma_x}{\cos \alpha_x} \cdot N_x \right) n_r \cdot \varphi_n, \text{ м} / \text{мин} \quad 3.6$$

где $D_{\text{ш}}$, $d_{\text{т}}$ - соответственно условный диаметр и диаметр трубы шнека;

S - шаг шнека;

$\sigma_{л}, \alpha_{л}$ - соответственно толщина и угол подъема лопасти шнека $\sigma_{л}= 0,05$;

N_2 - заходность, или число лопастей шнека (2);

n_p - частота вращения шнека для УКД (78) для МБ (70) ;

$\psi_{ш}$ - коэффициент использования сечения шнека. УКД (0,11) , МБ (0,15).

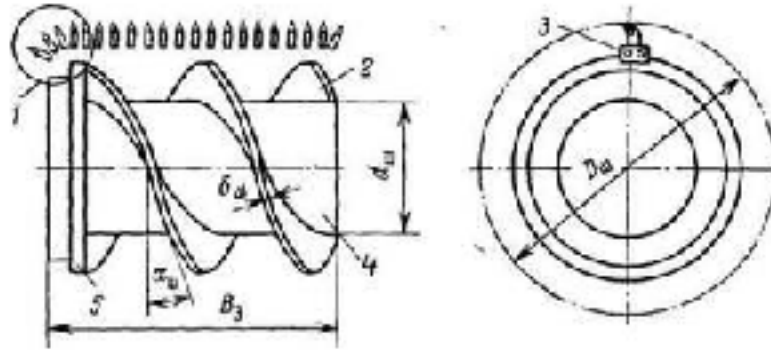


Рис.3.10. Конструктивные параметры шнековых исполнительных органов

Шнек (рис. 3.10) состоит из трубы 4, на которой расположены винтовые лопасти 2, несущие кулаки 3 для закрепления в них резцов. Винтовые лопасти осуществляют погрузку отбитого резцами угля на забойный конвейер. Выпускаются шнеки в двух исполнениях, отличающихся направлением винтовых лопастей, для работы в правом и левом забоях. С забойного торца шнека располагается диск (лобовина) 5, на котором устанавливается увеличенное число резцов 1 для обработки кутковой части забоя.

- Определяем шаг шнека

$$S' = \sqrt[3]{D^2} = \sqrt[3]{0,9^2} = 0,92\text{ м} \quad 3.7$$

При диаметре $D_{ш} < 1,0\text{ м}$

$$S = 1,2 \cdot S' = 1,2 \cdot 0,92 = 1,1\text{ м} \quad 3.8$$

Определяем погрузочную способность шнекового исполнительного органа для комбайна УКД

$$Q = 0,25 \cdot 3,14(0,9^2 - 0,3^2) \left(1,1 - \frac{0,05}{\cos 20^\circ} \cdot 2\right) \cdot 78 \cdot 0,11 = 4,5\text{ м}^3 / \text{мин}$$

Коэффициент, учитывающий часть не погруженного угля определяется следующим выражением:

$$M_{\text{вн}} = \frac{3V}{Q \cdot n \cdot \sqrt{D}} + \frac{H}{2 \cdot D} \quad 3.9$$

где H - высота погрузки.

$$M_{\text{вн}} = \frac{3 \cdot 3}{4,5 \cdot 78 \cdot \sqrt{0,9}} + \frac{0,23}{2 \cdot 0,9} = 0,12$$

Определяем погрузочную способность шнекового исполнительного органа для комбайна МБ.

$$Q = 0,25 \cdot 3,14(0,9^2 - 0,2^2) \left(1,1 - \frac{0,05}{\cos 28^\circ} \cdot 2\right) \cdot 70 \cdot 0,15 = 7,5 \text{ т / мин}$$

$$M_{\text{вн}} = \frac{3 \cdot 3}{7,5 \cdot 70 \cdot \sqrt{0,9}} + \frac{0,2}{2 \cdot 0,9} = 0,08$$

Далее подставляем расчетные значения в формулу зольности:

$$A_{\text{зольн}}(\text{УКД}) = \frac{11,7 \cdot 0,8 \cdot 1,2 + 90 \cdot 2,5(0,25 + 0,12)}{0,8 \cdot 1,2 + 2,5(0,25 + 0,12)} = 49\%$$

$$A_{\text{зольн}}(\text{МБ}) = \frac{11,7 \cdot 0,8 \cdot 1,2 + 90 \cdot 2,5(0,25 + 0,08)}{0,8 \cdot 1,2 + 2,5(0,25 + 0,08)} = 47,5\%$$

Расчет был произведен по трем диаметрам исполнительных органов. Результаты представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Производительность шнековых исполнительных органов

Диаметр и.о, м	Производительность шнекового и.о т/мин		Величина не погруженных боковых пород, м	
	УКД 200-400	МБ 280Е	УКД 200-400	МБ 280Е
0,8	3	5,3	0,14	0,09
0,85	3,8	6,4	0,13	0,085
0,9	4,5	7,5	0,12	0,08

На рисунке 3.11. представлена зависимость зольности добываемого угля от применения различной выемочной техники, а также от величины и производительности исполнительных органов комбайна.

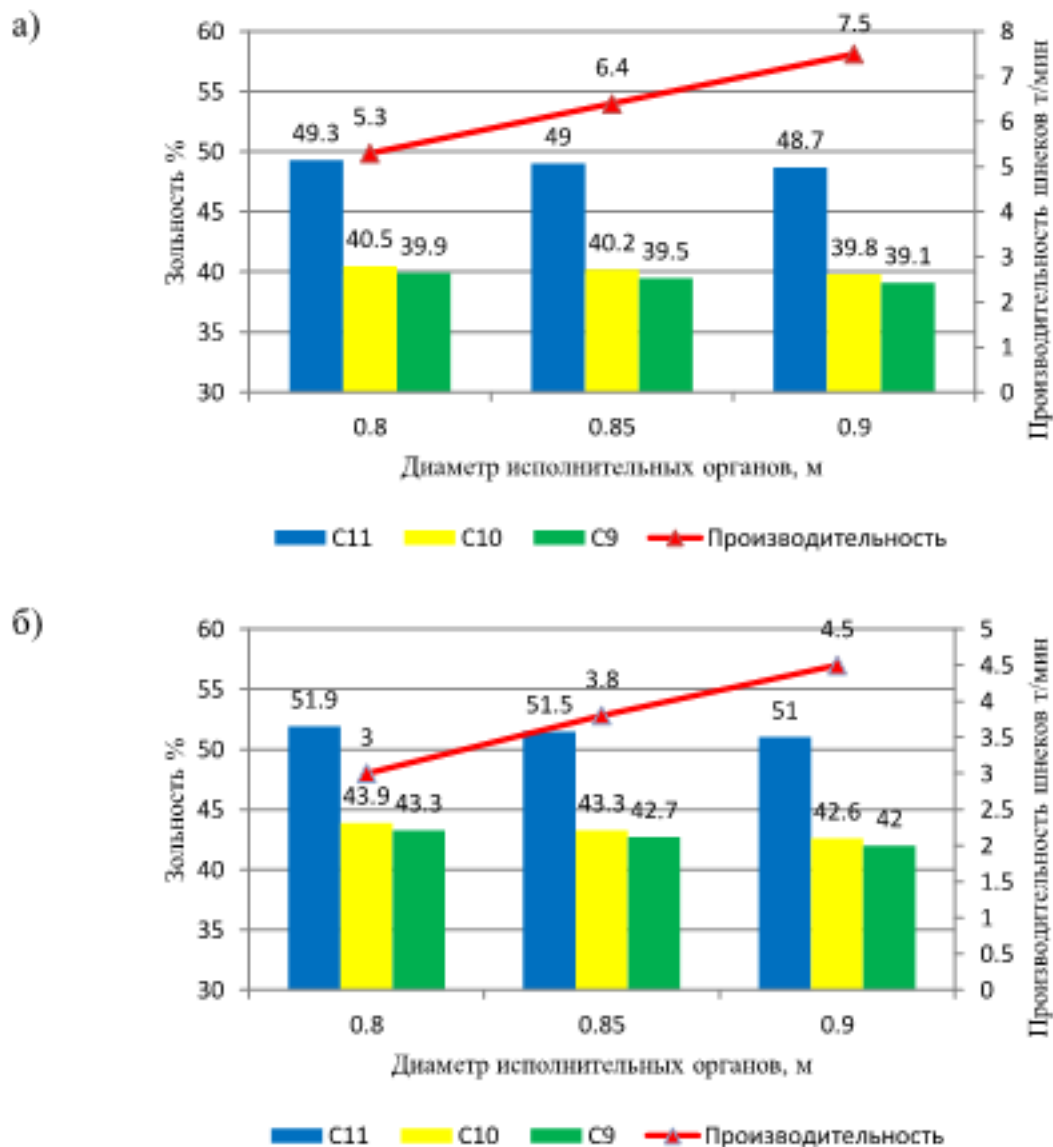


Рис.3.11. Зависимость зольности угля от применяемой выемочной техники, диаметра и производительности шнековых исполнительных органов: а) для комбайнов типа МБ; б) для комбайнов типа УКД

Анализируя гистограммы, представленные на рисунках 3.11а) и 3.11б) можно сказать, что при использовании очистных комбайнов типа МБ не

погруженной горной массы на почвы выработок остаётся на 1 – 2 см. меньше чем при использовании комбайнов типа УКД. Соответственно зольность добываемого угля по всем разрабатываемым пластам будет на 1 – 2 % меньше. Также проанализировав данные рисунки можно сделать вывод, что погрузочные способность шнековых исполнительных органов очистных комбайнов растет при увеличении их диаметров, а с ростом производительности зольность добываемого угля снижается во всех вариантах. Для повышения погрузочной способности шнекового исполнительного органа предлагается использование зачистных лемехов, которые удерживают отбитый уголь в зоне шнека. С применением таких лемехов производительность шнека по погрузке увеличивается в 1,5-2 раза, что приводит к снижению зольности на 1 – 2,5 %. Для дальнейших расчетов для всех трех пластов предлагается использование очистных комбайнов типа МБ с исполнительными органами диаметром 0,9м.

3.4.2. Влияние скорости подачи комбайна на засорение добываемого угля пустыми породами

Одним из основных параметров процесса выемки является скорость подачи комбайна. В данном пункте выведена зависимость зольности угля от скорости подачи комбайна.

Определяем скорость подачи(допусаемое значение):

$$V_{\kappa}^{\sigma} = \frac{P_{уст}}{60 \cdot H_{\kappa} \cdot (m_{\gamma} \cdot \gamma_{\gamma} + m_{\pi} \cdot \gamma_{\pi}) \cdot r}, \text{ м/мин} \quad 3.10$$

где m_{γ} –вынимаемая мощность угольного пласта, м;

m_{π} - мощность присекаемых пород, м;

γ_{γ} и γ_{π} – плотность угля и присекаемых пород соответственно, т/м³;

r - ширина захвата комбайна, м;

$P_{уст}$ - устойчивая мощность двигателя комбайна, кВт;

$P_{пасп}$ - мощность двигателя по паспорту, кВт (200кВт);

H_w - удельные энергозатраты на разрушение угля, кВт/т.

Устойчивая мощность двигателя определяется по формуле:

$$P_{уст} = (0,7 - 0,9) \cdot P_{расч}, кВт \quad 3.11$$

$$P_{уст} = 0,8 \cdot 200 = 160 кВт$$

Удельные энергозатраты определяются:

$$H_w = 0,00185 \cdot Ap \cdot (0,77 + 0,002 \cdot Ap) \quad 3.12$$

Где Ap – сопротивляемость пласта резанию, кН/см.

$$H_w = 0,00185 \cdot 250 \cdot (0,77 + 0,002 \cdot 250) = 0,59$$

$$V_{\kappa}^{sp} = \frac{160}{60 \cdot 0,59 \cdot (0,8 \cdot 1,2 + 0,25 \cdot 2,5) \cdot 0,8} = 3,6 м / мин$$

Скорость подачи (по газовому фактору)

$$V_z = \frac{0,6 \cdot v \cdot m_{расч} \cdot b \cdot \varphi \cdot d \cdot k_{ен} \cdot k_{\delta}}{q \cdot r \cdot m_{геол} \cdot \gamma \cdot k_{\mu}}, м / мин \quad 3.13$$

где $v = 4$ м/с – допустимая по Правилам безопасности в угольных шахтах (§161) скорость движения воздуха в лаве;

$m_{расч}$ – вынимаемая мощность пласта;

γ – плотность горной массы;

b – ширина призабойного пространства лавы; $b = 4,5$ м при валовой выемке;

φ – коэффициент сужения воздушной струи ($\varphi = 0,7 \dots 0,9$);

$d = 1,3$ % - допустимое по ПБ (§194) содержание метана в исходящей

струе воздуха;

$k_{ен} = 1,4$ поправочный коэффициент на движение воздуха через выработанное пространство;

$k_{\delta} = 4,0$ – коэффициент дегазации с учетом прямоточной схемы проветривания и дегазации выработанного пространства;

q – относительная газоносность пласта;

$m_{геол}$ – геологическая мощность пласта;

$k_{\mu} = 1,4$ – коэффициент неравномерности выделения метана в лаву.

$$V_c = \frac{0,6 \cdot 4 \cdot 1,05 \cdot 4,5 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 1,4 \cdot 4}{15,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 1,4} = 4,6 \text{ м/мин}$$

Скорость подачи комбайна по фактору крепления определяется по формуле:

$$V_k = V_{кр} \cdot V_{сх} \cdot V_{уп} \cdot V_{уст}, \text{ м/мин} \quad 3.14$$

где $V_{кр}$ - скорость крепления при последовательной схеме передвижки крепи и устойчивых боковых породах, м/мин, принимается (5 м/мин);

$V_{сх}$ - коэффициент, учитывающий схему передвижки крепи, при последовательной схеме передвижки принимаем $V_{сх} = 1$;

$V_{уп}$ - коэффициент снижения скорости крепления с увеличением угла падения пласта, ($V_{уп} = 1$);

$V_{уст}$ - коэффициент снижения скорости крепления при неустойчивых породах кровли. При неустойчивых породах кровли $V_{уст} = 0,85$, в остальных случаях $V_{уст} = 1$.

$$V_k = 5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 4,25 \text{ м/мин}$$

Окончательно принимаем скорость подачи $V_k = \min(V_c^p; V_c; V_{кр})$

$$V_k = V_k^p = 3,6 \text{ м/мин}$$

Таблица 3.2

Скорость подачи комбайна при валовой выемке угля

Мощность угольного пласта, м	0,7	0,8	0,9	1,0
Мощность присечки, м	0,35	0,25	0,15	0,05
Скорость подачи, м/мин	3,7	3,6	3,5	3,4

Из табл. 3.2 следует, что при отработке различных по мощности пластов, в случае одинаковой вынимаемой мощности, скорость подачи комбайна с уменьшением мощности пласта и соответственно с увеличением присечки растет. Так с ростом мощности присекаемых пород от 0,05 до 0,35 скорость подачи незначительно увеличивается на 0,3 м/мин.

Определяем величину не погруженной горной массы и будем варьировать скоростью подачи.

$$M_{ав} = \frac{3 \cdot 3,6}{7,5 \cdot 70 \cdot \sqrt{0,9}} + \frac{0,2}{2 \cdot 0,9} = 0,1$$

Определяем зольность угля при различных скоростях подачи

$$A_{зм} = \frac{11,7 \cdot 0,8 \cdot 1,2 + 90 \cdot 2,5(0,25 + 0,1)}{0,8 \cdot 1,2 + 2,5(0,25 + 0,1)} = 49\%$$

На рисунке 3.12 представлены результаты расчетов зольности добываемого угля по трем разрабатываемым пластам.

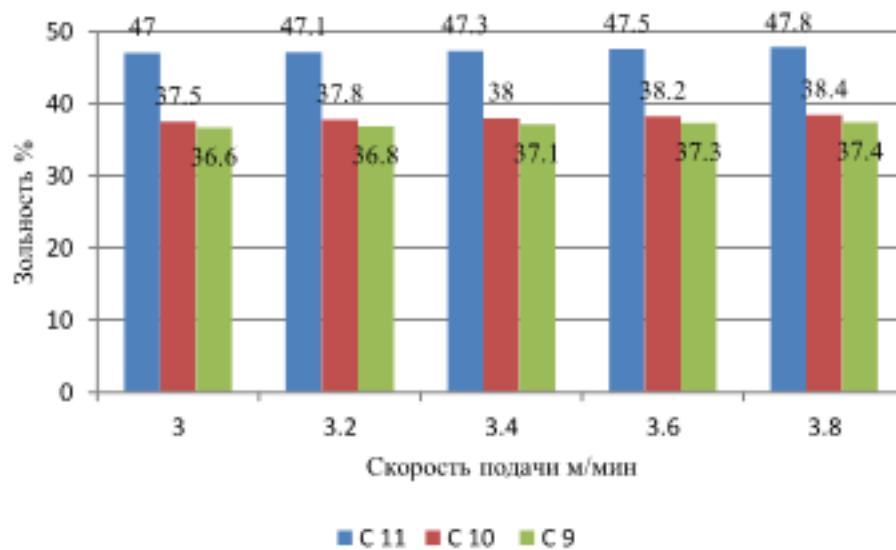


Рис. 3.12. Зависимость зольности добываемого угля от скорости подачи комбайна

Анализируя рисунок 3.12 мы наблюдаем, что увеличение скорости подачи комбайна на 1м/мин влечет за собой увеличение зольности угля на 0,8 – 1 % по всем трем пластам. Однако для оптимального разрушения угольного массива и вмещающих пород предлагается для пласта С₁₁ принимать

наибольшую скорость подачи а именно 3,7 м что на 0,1 – 0,2м/мин больше чем для пластов С₁₀ и С₉ связано это с большой мощностью присечки.

3.4.3. Влияние технологии выемки на зольность добываемого угля

В данном пункте будет рассмотрено влияния селективной технологии добычи угля и сравнение ее с традиционной технологией.

Селективная выемка – раздельное извлечение из недр каждой разновидности (или сорта) полезных ископаемых или полезных ископаемых и пустых пород. Выемка проходит в два этапа: 1. При первом проходе выемочной машины производится выемка угольного пласта поднятыми к кровле исполнительными органами. Одновременно с выемкой угольного пласта передвигают секции механизированной крепи. Отбитый уголь транспортируется на общешахтную транспортную цепочку и выдается на поверхность; 2. При втором проходе комбайна осуществляется выемка оставленного породного уступа с погрузкой породы на скребковый конвейер исполнительными органами комбайна, опущенными к почве пласта. По мере движения очистного комбайна, с отставанием от него на расстояние 15-20 м передвигают скребковый конвейер. Одновременно с выемкой породного уступа производится транспортирование породы в выработанное пространство очистного забоя.

Зольность добываемого угля по раздельной отработке пласта можно определить по формуле:

$$A_{oy} = \frac{A_y \cdot m_y \cdot \gamma_y + A_n \cdot \gamma_n \cdot (m_{sp} \cdot (1 - k) + m_{aw})}{m_y \cdot \gamma_y + \gamma_n \cdot (m_{sp} \cdot (1 - k) + m_{aw})}, \% \quad 3.15$$

где: k - коэффициент, учитывающий полноту погрузки присекаемой породы на конвейер. Ввиду отсутствия засорения добываемого угля за счет присечек данный коэффициент равен 1.

$$A_{oy} = \frac{12 \cdot 0,8 \cdot 1,2 + 90 \cdot 2,5 \cdot 0,08}{0,8 \cdot 1,2 + 2,5 \cdot 0,08} = 24,6\%$$

Сравнительная характеристика двух технологий представлена на рисунке 3.13.

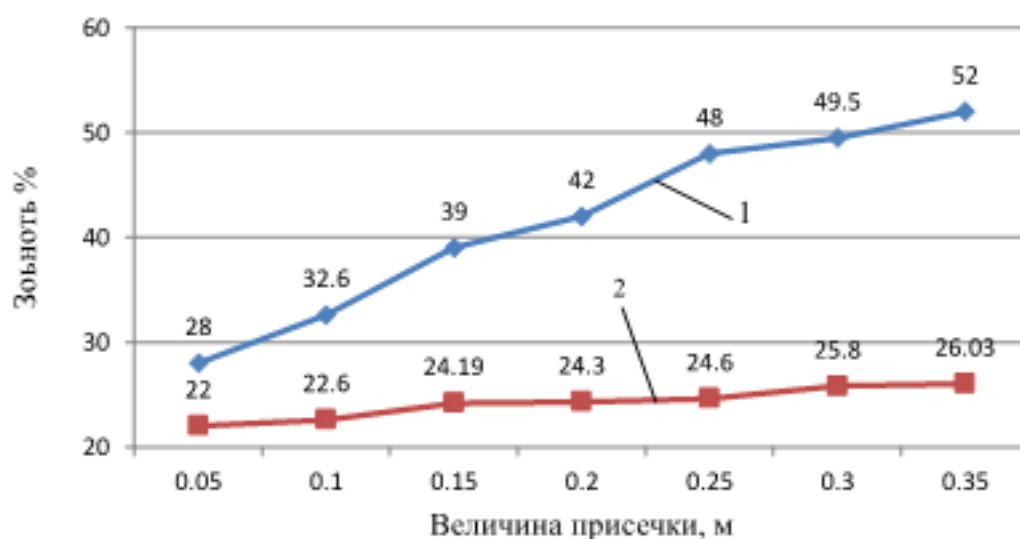


Рис. 3.13. Диаграмма зависимости зольности добываемого угля от присечки и технологии отработки:

1 – валовая;

2 – раздельная

Как следует из диаграммы, представленной на рисунке 3.13 существенное влияние на зольность добываемого угля оказывает мощность присечки пустых пород. Однако следует отметить, что определяющую роль в формировании качества добычи все же играет не мощность присечки, а принятая технология отработки пласта. Так, если при валовой выемке увеличение присечки на 1 см приводит к дополнительному засорению добываемого угля на 1,1 – 3 %, то при раздельной выемке только на 0,7 – 0,85 %.. Как видно из рис. 3.13, при валовой выемке засорение угля присекаемой породой в два раза выше чем при раздельной. Поэтому переход с валовой отработки пластов с присечками боковых пород на селективную их отработку позволит существенно, в два и более раза, улучшить качество добываемого угля.

Ожидаемая зольность при селективной отработке по действующим лавам шахты им. Героев Космоса приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3

**Ожидаемая зольность при селективной отработке по действующим
лавам ПСП «ШУ «Героев Космоса»**

Наименование лавы	Пласт	Мощность пласта, м.		Зольность при селективной выемке %
		Геологическая	Вынимаемая	
968	C9	0,76	1,08	25,8
985	C9	0,9	1,08	24,3
956	C9	0,9	1,05	24
1026	C10	0,89	1,05	21,7
1160	C11	0,77	1,03	25,3

3.5. Влияние зольности угля на его теплоту сгорания

Для доказательства рациональности применения селективной технологии приводится сравнение селективной и валовой технологии по энергетической ценности добываемых углей.

Теплотворную способность угля можно выразить:

$$Q_u = Q_c \cdot \frac{100 - W - A_{gr}}{100} - 0,025 \cdot W \quad 3.16$$

где Q_c – высшая теплота сгорания угля, МДж/кг для углей группы ДГ
 $Q_c=33,5$ МДж/кг ;

A , и W – его зольность и влажность, %.

$$Q_u = 33,5 \cdot \frac{100 - 4,2 - 24,6}{100} - 0,025 \cdot 4,2 = 5663 \text{ ККАЛ / КГ}$$

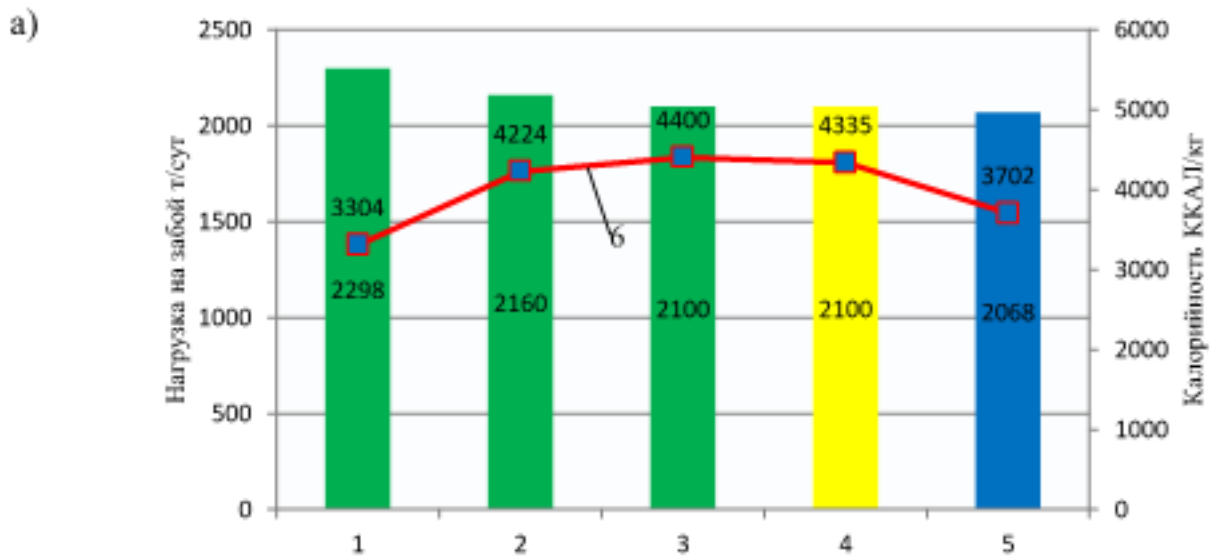
В таблице 3.4 спрогнозирована добыч, зольность и теплота сгорания добываемого угля при селективной выемке по трем разрабатываемым пластам C₁₁ C₁₀ и C₉.

Таблица 3.4

**Прогнозируемая добыча, зольность и теплота сгорания
добываемого угля при селективной выемке по трем разрабатываемым
пластам С₁₁ С₁₀ и С₉.**

Мощность угольного пласта ,м	0,75	0,85	0,95
Зольность%	25,6	24,3	23,1
Добыч т/сут	964	1081	1216
Калорийность ККАЛ/кг	5567	5685	5781

Из расчетов мы можем сопоставить применяемую валовую технологию и предлагаемую селективную технологию. На рисунке 3.14 представлена гистограмма добычи и калорийности добываемого угля по пластам и очистным забоям, с применением разных технологий выемки.



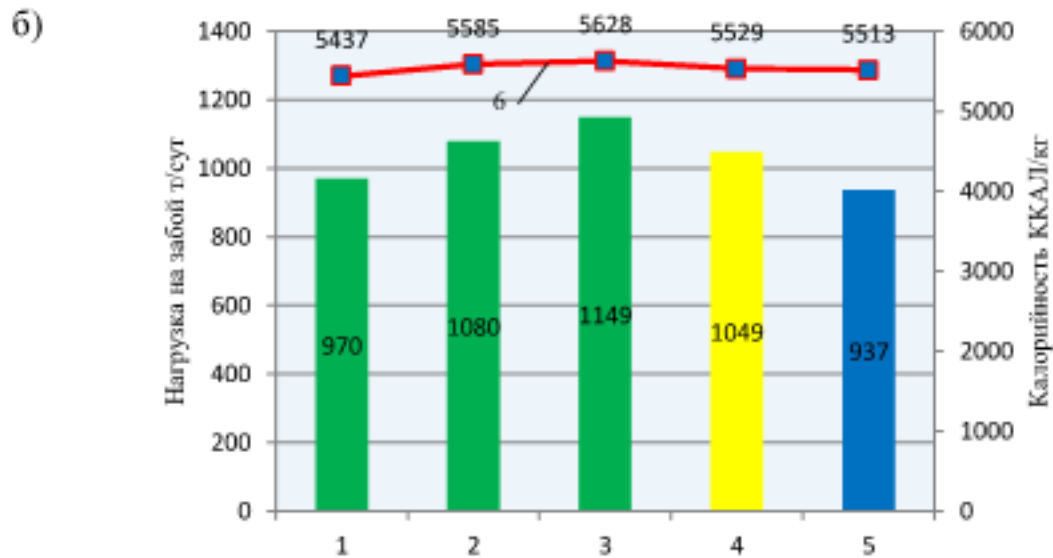


Рис. 3.14. Гистограмма добычи и теплоты сгорания добываемых углей по пластам: а) традиционная технология отработки; б) селективная технология отработки:

- 1 – пласт C_9 очистной забой №968;
- 2 – пласт C_9 очистной забой №985;
- 3 – пласт C_9 очистной забой №956;
- 4 – пласт C_{10} очистной забой №1026;
- 5 – пласт C_{11} очистной забой №1160;
- 6 – теплота сгорания угля ККАЛ/кг.

На рисунке 3.14 мы можем наблюдать, что по всем лавам трех разных пластов при валовой технологии суточная нагрузка превышает 2100т/сут. в то время при селективной технологии средняя нагрузка на лаву составит 1000т/сут.. Однако если обратить внимание на качественные показатели добываемого угля можно констатировать тот факт, что при валовой технологии добывается уголь с огромным засорением пустыми породами что приводит к снижению теплоты сгорания. Так при применении селективной технологии можно добывать угли с вполне приемлемой калорийностью, которая в среднем составит 5500 – 5600 ККАЛ/кг, а это на 1500 – 2000 ККАЛ/кг больше чем при применении традиционной технологии. А это

значит, что данный уголь можно поставлять сразу к потребителям не затрачивая средства углеобогащение.

3.6. Выводы

На основе данных о состоянии дел и качественной характеристики разрабатываемых пластов на угледобывающем предприятии шахта «им. Героев Космоса».

Выполнено исследование влияния горно-геологических факторов и технических параметров на зольность добываемого угля.

В настоящее время на данном угледобывающем предприятии в разработке находятся три пласта: C_{11} , C_{10} и C_9 . Мощность пластов колеблется от 0,7 до 1,0 м. В связи со сложной горно-геологической обстановкой шахта добывает уголь марки ДГ со значительным засорением пустыми породами. Средняя зольность по шахте составляет 45%.

Проведен анализ влияния геологических нарушений, плотности угля, мощности присечки, величины исполнительных органов, изменение скорости подачи комбайна и изменение схем выемки на зольность угля.

Приведены показатели добычи и теплоты сгорания угля при разных технологиях выемки угля, из которых следует:

–мощность засоряющего слоя породы в среднем по выемочному столбу колеблется от 0,05 до 0,35 м.

–материнская зольность с учетом засорения прослойками пород в пределах выемочного столба изменяется от 9,3 до 30%.

–увеличение плотности угольного пласта на $0,1\text{т}/\text{м}^3$ влечет за собой уменьшение зольность добываемого угля на 0,4%;

–увеличение мощности слоя засоряющих пород на 1см приводит к дополнительному засорению добываемого угля на 5 – 8 %.

–при переходе разрывных геологических нарушений механизированными комплексами зольность добываемого угля

увеличивается в зависимости от длины лавы, при увеличении длины лавы в среднем на 10 м зольность добываемого угля растёт в пределах 0,5-1,0%;

–применение очистной техники чешского производства считается перспективней отечественной. Производительность шнеков по погрузке горной массы у чешской техники на 2 т/мин больше чем производительность техники отечественного производства и соответственно на почве очистного забоя после прохода комбайна типа МБ горной массы останется лежать на 3см меньше чем при использовании комбайна типа УКД;

–для повышения погрузочной способности шнекового исполнительного органа предлагается использование зачистные лемеха, которые удерживают отбитый уголь в зоне шнека. С применением таких лемехов производительность шнека по погрузке увеличивается в 1,5-2 раза, а зольность угля уменьшится в среднем на 2%;

–при увеличении скорости подачи комбайна на 1м/мин зольность угля растёт на 0,8-1%;

–негативно сказывается на зольности угля широко применяемая валовая добыча, если осуществить переход с валовой технологии на отдельную, то в перспективе можно будет улучшить качество добываемого угля в двое. Это повлечёт за собой экономию средств на обогащение добытого угля, так как из забоев будет поступать практически чистый уголь с средне зольностью 24%;

–применение селективной технологии повлечёт за собой снижение суточной добычи угля в среднем на 25-30% по сравнению с валовой, однако теплота сгорания добытого угля увеличится 6000 Ккал\кг или в 1,5 раза.

4. ОХРАНА ТРУДА

4.1. Анализ промышленной безопасности и охраны труда на шахты им. Героев космоса

Служба охраны труда ПСП «Шахтоуправление Героев Космоса» создана в соответствии с Законом Украины "Об охране труда" для организации выполнения правовых, организационно-технических, санитарно-гигиенических, социально-экономических и медико-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение несчастных случаев, профессиональных заболеваний и аварий на производстве.

Вопросы промышленной безопасности и охраны труда на шахте «Героев Космоса» являются приоритетными, наряду с производственно-экономическими задачами. На сегодняшний день на шахте внедрена система управления охраной труда, согласно международного стандарта OHSAS 18001:2007.

Целенаправленная работа в области промышленной безопасности и охраны труда привела к существенному снижению уровня производственного травматизма на шахтах ОАО «Героев Космоса». Количество тяжелых несчастных случаев уменьшилось на 65 %. Таким образом, «Павлоградуголь» остается самой безопасной компанией в угольной отрасли Украины.

4.2. Анализ условий, вредных и опасных производственных факторов шахты им. Героев Космоса

1. Запыленность воздуха. Запыленность рудничного воздуха в проходческих и очистных забоях находится в пределах 140-210 мг/м³. Кроме проходческих и выемочных комбайнов источниками пылевыведения являются: скребковые и ленточные конвейеры, пункты перегрузки и

опрокидные устройства. При работе горношахтного оборудования технически достижимый уровень запыленности не более $48,0 \text{ мг/м}^3$.

2. Климатические условия. Температурный режим на шахте соответствует санитарным требованиям и ПБ и не превышает $20 \text{ }^\circ\text{C}$ при влажности 85%. Геотермическая ступень - 32,3 м, геотермический градиент - $3,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. В исходящих струях очистных и подготовительных выработок, по результатам анализа проб воздуха, превышения ПДК ядовитых и вредных газов не обнаружено. В связи с этим специальные меры по защите не предусматриваются.

4. Производственный шум. Согласно правилам безопасности уровень шума на рабочих местах не должен превышать 80 дБА. При работе комбайна ориентировочный уровень шума составит:

- для МГВМ на рабочем месте и проходчиков работающих в забое - $75\div 80\text{ДБ}$, продолжительность воздействия - $50\div 55 \%$ рабочего времени за смену;

- для электрослесарей - $70\div 75\text{ДБ}$, продолжительность воздействия - $5-10 \%$ рабочего времени в смену;

- для надзора участка - $40\div 80 \text{ ДБ}$, продолжительность воздействия - $30-40\%$ рабочего времени за смену.

Породы непосредственной кровли малоустойчивы, основная кровля обрушается без динамических явлений. Потенциально опасными местами обрушений горных пород являются сопряжения горных выработок, а также участки, находящиеся в зонах повышенного горного давления и в зонах горно-геологических нарушений.

4.3. Меры безопасности при ведении очистных операций.

–общие указания ПБ.

1. Работы в очистном забое должны вестись в строгом соответствии с типовыми инструкциями по охране труда для соответствующих профессий:

–«Инструкцией по охране труда, безопасному выполнению работ и поведению в шахте машинистов горных выемочных машин».

–«Инструкцией по охране труда, безопасному выполнению работ и поведению в шахте горнорабочего очистного забоя».

–«Инструкцией по охране труда, безопасному выполнению работ и поведению в шахте горнорабочего подземного».

–«Инструкцией по охране труда для электрослесаря подземного».

2. Работы с использованием машин и механизмов должны вестись в строгом соответствии с руководствами по эксплуатации применяемых машин и механизмов.

–Меры безопасности при эксплуатации мехкомплекса.

1.К обслуживанию мехкомплекса должны допускаться рабочие, прошедшие специальную подготовку и обучение и имеющие надлежащее удостоверение на право работы с механизированными крепями.

2.Не допускается использование секций крепи, потерявших необходимую сопротивляемость горному давлению. Вышедшие из строя гидростойки или другое гидрооборудование комплекса, должно быть заменено исправным из числа запасных, и приведено в рабочее состояние.

3.В случае длительной остановки или неудовлетворительного состояния кровли крепление лавы и места сопряжения ее с выработками должны быть на время простоя усилены индивидуальными стойками или другими средствами.

4.При передвижке секций механизированной лавной крепи и передвижке конвейера к забою ГРОЗ должны занимать в лаве рабочее место под защитой распертой секции.

5. При снятии распора с секции крепи нахождение ГРОЗ перед этой секцией ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Перед снятием распора осматривается кровля и, при необходимости, применяются меры предосторожности вплоть до установки контрольной стойки.

6. При перемещении секции крепи находится впереди движущейся секции ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

7. Перед задвижкой конвейера к груди забоя секцией необходимо убедиться в надежном распоре соседних секций, отсутствии препятствий свободному перемещению. Нахождение людей у груди забоя ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

8. Работа комбайна при выемке угля разрушается только при работающей системе орошения комбайна и мест погрузки угля.

9. Перед пуском комбайна МГВМ обязан убедиться в отсутствии людей в зоне режущих органов машины.

10. Эксплуатация комплекса при неисправной предупредительной звуковой сигнализации ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

11. Перед включением конвейера по всей длине транспортной цепи должен подаваться предупредительный звуковой сигнал длительностью не менее 6 сек.

Меры безопасности при управлении комбайном.

Для безопасного ведения работ по выемке угля в лаве комбайном необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Запрещается запуск комбайна без предварительного замера содержания газа метана.

2. Если в результате осмотра комбайна, кабеля, электрооборудования и заземления будут обнаружены неисправности или нарушения взрывобезопасности запрещается включать комбайн до тех пор, пока эти неисправности не будут устранены.

3. Запрещается эксплуатация комбайна, имеющего повреждения наружной оболочки кабеля и незавулканизированные счалки.

4. Электродвигатель, механизм подачи и кабель должны быть надежно заземлены через заземляющие жилы кабеля.

5. Фидерный автомат, питающий электрооборудование лавы должен работать с реле утечки.

6. До начала работ машинист обязан проверить наличие и уровень масла в редукторах.

7. Кабель в штепсельной муфте должен быть уплотнен и зажат скобой от выдергивания.

8. Запрещается включение комбайна при неисправных блокировках.

9. Перед пуском комбайна машинист обязан убедиться в отсутствии людей ближе 3м от исполнительного органа (кроме находящихся в межстоечном пространстве секций) и до подачи предупредительного сигнала по всей лаве предупредить рабочих. Находящихся вблизи комбайна голосом: «Внимание! Включаю!»

10. Запрещается производить смену режущего инструмента, проверять состояние узлов и деталей комбайна, очищать их от штыба, смазывать, а также выполнять другие операции, связанные с ремонтом комбайна при работе узлов комбайна. Для производства перечисленных работ основной редуктор исполнительного органа должен быть отключен от электродвигателя кнопкой «Стоп». Комбайн и конвейер зафиксированы в положении «Стоп рукоятка», а штепсельная муфта вынута из гнезда.

11. Выемку угля следует производить при включенной системе орошения.

12. Машинист комбайна должен координировать свои действия со звеном ГРОЗ.

13. При работающем конвейере у комбайна должен обязательно находиться машинист или другое лицо, имеющее право на управление комбайном.

14. Во время работы комбайна запрещается присутствие людей в уступе забоя в непосредственной близости от движущихся частей комбайна.

15. При выходе из строя комбайна остановить ход работ и известить об этом технический надзор.

16. Запрещается чистить, ремонтировать, смазывать оборудование во время его работы.

17. Периодически, не реже одного раза в месяц, необходимо проводить маркшейдерскую съемку прямолинейности лавы и своевременно ее выравнивать.

Категорически запрещается:

- пуск комбайна при концентрации метана более 1,0 %;
- пуск конвейера и комбайна лавы без предупредительного сигнала и системы орошения;
- изменять схему дистанционного управления комбайном;
- эксплуатация комбайна при нарушении взрывобезопасности, при отсутствии болтов на крышках камер электрооборудования или шпильки в месте соединения электродвигателя с корпусом подачи или редуктора режущей части;
- включение электродвигателя при включённом механизме подачи;
- пуск комбайна при утечке масла через уплотнение;
- производство работ в призабойной части впереди движущегося комбайна;
- работа комбайна при неработающем конвейере;
- доставка материалов по конвейеру при работающем комбайне;
- работать машинисту без СИЗ.

4.4. Мероприятия по борьбе с пылью в очистных забоях

Для предотвращения распространения пыли в очистных забоях на пологих пластах необходимо применять следующие мероприятия:

- взрывозащитное орошение исполнительных органов выемочных комбайнов с подачей воды на след резания каждого резца;

- орошение в зоне разрушения и выгрузки угля (внешнее орошение);
- орошение при передвижке механизированных крепей;
- обеспыливание исходящих из забоев вентиляционных потоков с помощью лабиринтотканевых или водяных завес.

На выемочной машине должны применяться средства пылеподавления в комплектации завода-изготовителя, монтаж и наладка которых должны быть выполнены в соответствии с руководством по эксплуатации машин.

Запрещается эксплуатация горных машин без средств пылеподавления, а также с параметрами, не соответствующими требованиям технической документации. Изменение параметров систем орошения выемочных комбайнов допускается только при согласовании с отраслевым институтом по безопасности.

Запрещается эксплуатация выемочных машин без систем взрывозащитного орошения.

Система взрывозащитного орошения должна быть выполнена таким образом, чтобы обеспечивалась подача воды на след резания каждого резца. При этом параметры взрывозащитного орошения исполнительных органов выемочных комбайнов устанавливаются в зависимости от степени опасности горных пород и в соответствии с разделом 7 настоящей Инструкции составляют: давление воды 1,0-2,0 МПа, расход воды - 1,5-2,5 л/мин на каждый резец с подачей воды на след резания.

Минимальные значения параметров внешнего орошения составляют: давление 1,5 МПа, расход жидкости не менее 3,5 л/мин на один ороситель.

Расчет расхода воды и смачивателя должен производиться по максимальному коэффициенту машинного времени работы комбайна.

При подготовке выемочной машины к эксплуатации, а также после выполнения ремонтных работ, при которых производилось рассоединение отдельных узлов оросительного устройства, должна быть проверена герметичность соединений трубопроводов разводки воды, а перед установкой оросителей все каналы для подачи воды в оросительном

устройстве должны быть тщательно промыты водой или продуты сжатым воздухом.

К оросительному устройству выемочной машины вода должна подаваться с помощью специального забойного водопровода, тип которого указан в руководстве по эксплуатации машины. Допускается применение водопроводов, изготовленных на шахте. Для таких водопроводов должны применяться напорные рукава, рассчитанные на рабочее давление не менее 3,0 МПа и соединительная арматура заводского изготовления.

Забойный водопровод в сборе должен быть проверен в шахте при полуторократном рабочем давлении в течение 5 минут, обнаруженные неисправности и утечки воды должны быть устранены. После монтажа забойного водопровода в лаве или замены отдельных секций его необходимо отсоединить от оросительного устройства и промыть.

Включение оросительного насоса и управляемых вентилей должно быть заблокировано с включением выемочной машины.

Запрещается работать без комбайнового и штрекового фильтров, реле давления, регулировать производительность центробежных оросительных насосов путем сброса части воды со стороны высокого давления.

Параметры средств пылеподавления устанавливаются по результатам прогноза запыленности воздуха и уточняются по результатам определения технически достижимых уровней запыленности воздуха (ТДУ) для каждого забоя. Параметры системы взрывозащитного орошения исполнительных органов выемочных комбайнов устанавливаются в зависимости от степени опасности горных пород и в соответствии с разделом 7 настоящей Инструкции. Нормативные параметры средств пылеподавления уточняются по заключениям института по безопасности или экспертных организаций, обладающих правом на проведение экспертизы промышленной безопасности, имеющих в своей структуре аккредитованную испытательную лабораторию и обладающих необходимой аттестованной стендовой, лабораторной базой и средствами измерений.

В целях снижения пылевыведения при эксплуатации механизированных крепей необходимо:

- поддерживать в исправном состоянии щиты перекрытий и ограждения со стороны выработанного пространства;

- производить передвижку секций крепи поддерживающего типа без потери контакта с кровлей.

Все вновь разрабатываемые механизированные крепи должны отвечать следующим требованиям:

- должны быть снабжены устройствами для уплотнения межсекционных зазоров;

- на секциях крепи должны быть устройства (например, борта), предохраняющие от просыпания в призабойное пространство штыба, лежащего на перекрытии и ограждении;

- соединение перекрытия и ограждения должно исключать просыпание штыба в призабойное пространство;

- секции крепи должны оснащаться оросительными устройствами с автоматическим включением и выключением воды.

На механизированных крепях поддерживающего типа, передвигаемых без постоянного контакта с кровлей пласта, необходимо устанавливать устройства для орошения породной мелочи, находящейся на перекрытии, а также выработанного пространства при опускании перекрытий секций крепи.

Расход воды на орошение перекрытия при передвижке механизированной крепи должен составлять 30 л/мин, а выработанного пространства не менее 20 л/мин при давлении не менее 1,2 МПа. Вода включается одновременно с опусканием пере-крытия и выключается при его распоре.

На механизированных крепях поддерживающего типа, передвигаемых с постоянным контактом с кровлей пласта, необходимо устанавливать оросительные устройства для подачи диспергированной воды вдоль

межсекционных зазоров в сторону выработанного пространства. Расход воды должен составлять 10 л/мин при давлении не менее 1,2 МПа.

На механизированных крепях ограждающего типа необходимо устанавливать оросительные устройства для подачи диспергированной воды в зону межсекционных зазоров, а также в выработанное пространство. Расход воды должен составлять 35 л/мин при давлении не менее 1,2 МПа. Подача воды к оросительным устройствам механизированных крепей должна осуществляться от оросительной насосной установки или от противопожарно-оросительного водопровода по забойному водопроводу, имеющему отводы с клапанами автоматического включения воды на каждой секции.

При передвижке секции оператор должен находиться на свежей струе воздуха или иметь противопылевой респиратор.

4.5. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрациями.

Шумы на подземных горных работах возникают при вибрации, ударах, а также при движении материалов, породы или угля. В подготовительных забоях, ограниченных стенками выработки, громкость шума втрое больше, чем в свободном очистном забое. Громкость и продолжительность шума механизмов зависит от состояния оборудования и работы с ним.

Для снижения шума вентиляторов местного проветривания предусматривается применение глушителей активного типа. Средством индивидуальной защиты от шума для подземных условий наиболее удобными являются "беруши".

Для обеспечения вибробезопасных условий труда предусматриваются следующие мероприятия:

- применение вибробезопасных машин;
- применение средств виброзащиты;

- применение орг.-техн. решений , направленных на поддержание в условиях эксплуатации тех.состояния машин на уровне , предусмотренном нормативно-технической документацией на них;

- улучшение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибраций на работающих.

4.6. Охрана окружающей среды

Проектом не предусматривается строительство объектов, которые могут отрицательно влиять на окружающую природную среду.

С целью улучшения существующей экологической обстановки в данном регионе начиная с 2005 г. предусматривается долевое участие шахты в строительстве деминерализационной установки.

В регионе проводятся мероприятия по экологическому контролю за сбросом и качеством бытовых стоков, шахтных вод, качеством загрязненного воздуха, осуществляемые службами объединения "Павлоградуголь" и региональными инспекциями государственного надзора .

Платежи за загрязнение окружающей природной среды приняты на уровне фактических на шахте по состоянию на 2-е полугодие 2000 г. и составляют 3,3 млн.грн. / год.

Расчет приведен в таблице 4.1

Таблица 4.1

Платежи за загрязнение окружающей среды

Наименование показателей или загрязняющих веществ	Лимит сброса (выброса) т/гр.	Масса сброса (выброса) т/гр.	Норматив платы на 1 т.	Коефф-т отдаленности источника	Сумма платы, грн/год.
1	2	3	4	5	6
1.Выбросы в атмосферу					
пыль неорганическая.	38,492	27,818	255,81	0,27	1,921
пыль органическая	11,448	5,36	31,98	0,27	0,046
Окись азота	0,004	0,036	6395,64	0,27	0,062
Окись серы	0,891	0,891	555,81	0,27	0,062
Ксерол	0,960	0,960	31,98	0,27	0,0082
Окись углерода	0,098	0,098	31,98	0,27	0,001
Аэрозоль сварочная	0,048	0,048	255,81	0,27	0,003
Марганец и его соединения	0,006	0,006	8405,12	0,27	0,014
ИТОГО :					2,117
1	2	3	4	5	6
2.Сбросы в водоемы					
Сульфаты	189	189	13,70		2,589
Железо	0,363	0,363	685,2		0,249
Натрий	189	189	13,7		2,589
ИТОГО :					5,427
3.Размещение отходов (складирование породы)	360000	360000	9,14		3290,4
ВСЕГО :					3297,944

5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

5.1. Общие положения

В результате анализа многочисленных работ и на основании личных исследований, мною предложено несколько организационно-экономических мероприятий, позволяющие уменьшить засорение угля.

1. Обход геологических нарушений, влечет за собой улучшение качества угля до 10%.

2. Планирование и развитие горных работ с учетом горно-геологических факторов (свойств и структуры массивов). Улучшение качества от 4,0 до 7,0%.

3. Выбор и применение очистного оборудования, соответствующего горно-геологическим условиям выемки, регулирование ширины захвата, диаметров шнеков и скорости подачи комбайна. Способствует улучшению качества угля на 3-10%.

4. Применение на комбайнах системы автоматического управления типа EiControl. Данная система позволит контролировать линии контакта уголь – порода, что положительно скажется на уменьшение вынужденной присечки, и улучшит качество добываемого угля на 2,0 -3,0% .

5. Применение технологии отдельной выемки угля и породы позволит улучшить качество добываемого угля на 20-25%.

Для оценки целесообразности мероприятий по снижению засорения угля пустыми породами рассмотрим несколько вариантов технологии и сравним их технико-экономические показатели, используя фактические данные по затратам на выполнение отдельных видов работ, таких как транспортировка добываемого угля(горной массы) в шахте и на поверхности, подъем и обогащение.

Примем к рассмотрению 3 варианта: 1 - Валовая технология зольность отгружаемой горной массы составит 44% при добычи в 3 800000 тыс.т/год; 2

- селективная технология зольность отгружаемой шахтой угля составит 24% при добычи 2 000000 тыс.т/год; 3 - валовая технология с применением очистного комбайна с защитными лемехами и системой автоматического управления комбайна типа EiControl зольность угля составит 36% при добычи 3 800000 тыс./год. Во всех случаях расчет велся по всем действующим очистным забоям шахты им. Героев Космоса.

5.2. Определение экономической эффективности по рассматриваемым вариантам

Оптовая цена на уголь с учетом зольности добываемого и отгружаемого угля (горной массы) определяется по формуле:

$$C_{\text{опт}}^{\text{н}} = C_{\text{пр}} \cdot (1 + 0,025(A_{\text{пр}}^{\text{с}} - A_{\text{отгр}}^{\text{с}})) \quad 5.1$$

где $C_{\text{пр}}$ - преysкурantная цена на уголь,.; (52\$)

$A_{\text{пр}}^{\text{с}}$ - зольность угля, преysкурantная, (24%);

$A_{\text{отгр}}^{\text{с}}$ - зольность отгружаемого угля (горной массы), фактическая.

С учетом зольности отгружаемого угля и горной массы их оптовая стоимость составит:

–горной массы, с зольностью 44% при валовой выемке – 26\$ за тонну;

–отгружаемого угля, с зольностью 24% – 50 \$ за тонну;

–горная масса, с зольностью 36% - 36,4\$ за тонну.

Для определения выручки от реализации угля предлагается использовать следующее выражение:

$$R = A_{\text{год}} \cdot C_y \quad 5.2$$

где $A_{\text{год}}$ – годовая добыча предприятия;

C_y – стоимость тонны отгружаемого угля;

Операционные расходы по предприятию определяются по следующему выражению:

$$O_p = (\mathcal{E} \cdot A_{\text{зод}} + O_m \cdot A_{\text{зод}} + O_{\phi} \cdot A_{\text{зод}} + Y_n \cdot A_{\text{зод}} + \text{Жд}_{\text{зат}} \cdot A_{\text{зод}} + B_m \cdot A_{\text{зод}}) \quad 5.3$$

где \mathcal{E} – стоимость электроэнергии (1,23\$);

O_m – оплата труда (1,04\$);

O_{ϕ} – отчисление на ФОТ (1,46\$);

Y_n – услуги переработки (2,42\$);

$\text{Жд}_{\text{зат}}$ – Жд затраты (2,55\$);

B_m – вспомогательные материалы (2,90\$).

Определяем операционную маржу по следующему выражению:

$$O_n = R - O_p \quad 5.4$$

- для первого варианта $O_{n1} = 43\,000$ тыс. дол. США;

- для второго варианта $O_{n2} = 72\,800$ тыс. дол. США;

- для третьего варианта $O_{n3} = 81\,400$ тыс. дол. США .

Определяем прибыль с учетом амортизации и админ расходов по следующему выражению:

$$EBIT = O_n - (A_{\text{расх}} + A_{\text{амортиз}}) \quad 5.5$$

где $A_{\text{расх}}$ – административные расходы 230 000 \$;

$A_{\text{амортиз}}$ – амортизация (5 лет) 4,4млн \$.

Чистая прибыль по шахте определяется по формуле:

$$П_{\text{ч}} = EBIT \cdot \left(1 - \frac{H_p}{100}\right) \quad 5.6$$

где H_p — налоговая ставка на прибыль, %(18%).

Экономический эффект по рекомендованным мероприятиям определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = (P_{\text{скт}} - P_{\text{скф}}) \cdot \left(1 - \frac{H_p}{100}\right) \quad 5.7$$

где $P_{\text{скт}}$, $P_{\text{скф}}$ — скорректированная прибыль шахты соответственно по всем вариантам.

Рентабельность рекомендованных мероприятий определяется по формуле:

$$P = R / \Pi_{\text{ск}}, \% \quad 5.8$$

Технико-экономические показатели шахты по рассматриваемым вариантам сводятся в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Технико-экономические показатели шахты по рассматриваемым вариантам

Технология Показатели	Валовая	Селективная	Валовая с применением EiControl
Цена, \$/т	60		
Добыча, тыс.т/год	3 800000	2 000000	3 800000
Добыча в качестве (зольность 21% влага 10,7) тыс.т/год	1 800000	1 750000	2 200000
Выручка, тыс. \$	93 600000	91 000000	114 000000
Операционный расход, тыс.\$	44 080000	18 200000	44 400000
ЕВИТ тыс.\$	44 800000	68 100000	65 600000
Чистая прибыль тыс.\$	42 176000	61 216000	59 200000
Экономический эффект тыс.\$	-	19 000000	17 000000
Рентабельность, %	45	65	52

Результаты сравнения всех вариантов представлены в виде гистограммы на рисунке 5.1.

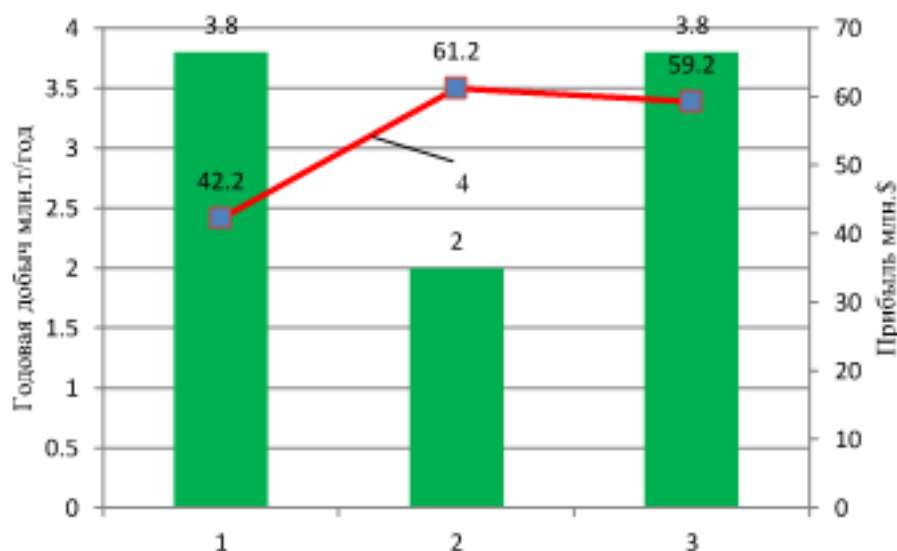


Рис.5.1. Зависимость прибыли шахты от принятой технологии:

- 1 – применяемая валовая технология; 2 – селективная технология;
 3 – предлагаемая валовая технология с применением системы EiControl;
 4 – прибыль млн. дол. США.

Проанализировав чистую прибыль по все трем вариантам можно сказать, что наибольшую добычу рядового угля мы наблюдаем при первом и втором варианте, однако данный уголь имеет высокую зольность, а именно 44 и 36% соответственно а значит данный уголь требует затрат на обогащение. При втором варианте мы наблюдаем значительно меньшую добычу угля, а именно 2.0 млн. т/год, однако при этом зольность угля составит 24% в связи с этим данный уголь можно сразу транспортировать к потребителю, экономя средства на обогащении. Из-за сокращения затрат на операционные расходы наибольшую прибыль имеет второй вариант ведения работ, прибыль при селективной отработке составит 61,2 млн. дол. США это на 30% больше чем при ведении работ традиционной технологией и на 5% больше чем прибыль третьего варианта. Однако для достижения результата требуется дополнительные затраты на закупку нужного оборудования и обучение персонала. Дополнительные расходы представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Капитальные вложения для внедрения системы EiControl

Наименование	Стоимость \$
Закупка EiControl (5 ед.)	15 000000
Монтаж оборудования	8 000000
Обучение персонала	1 500000
Другие затраты	60000
Всего	24 560000

Далее в таблице 5.3 представлены дополнительные расходы для внедрения селективной технологии.

Таблица 5.3

Капитальные вложения для внедрения селективной технологии

Наименование	Стоимость \$
Оборудование для закладки пород (5ед.)	20 000000
Подготовка лав монтаж	11 900000
Сопровождение пусконаладочных работ	920000
Другие расходы	100000
Всего	32 920000

Окупаемость селективной технологии составит 2-3 года, а система EiControl окупается уже после двух лет.

5.3. Выводы

Анализ экономической эффективности вариантов схем отработки тонких и весьма тонких пластов показал, что с экономической точки зрения для принятых условий шахты «им. Героев Космоса» наиболее целесообразной является технология отдельной выемки угля и породы. Данное решение позволит снизить общешахтную зольность на 20 %.

Результаты исследований экономической эффективности показали, что прибыль шахты при внедрении селективной технологии составит 61,2 млн. дол. США в год, что на 30% больше чем прибыль шахты при традиционной технологии. Величина прибыли при внедрении системы автоматического контроля комбайна EiControl составит 59,2 млн. дол. США в год, что всего на 5% меньше чем при селективной технологии. Наивысшую рентабельность имеет также селективная технология отработки угольных пластов и составляет 65%, это на 20% больше чем при валовой технологии.

Для внедрения системы EiControl требуются дополнительные капитальные вложения на закупку, монтаж данной системы и обучение персонала в размере 24,6 млн. дол. США, сроки окупаемости составят приблизительно два года.

Для внедрения селективной технологии потребуются значительные капитальные вложения на закупку закладочного оборудования и монтаж очистных забоев в размере 30,9 млн. дол. США, сроки окупаемости составят до 3 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью дипломной работы являлось установление закономерностей и зависимостей влияния горно-геологических факторов и параметров очистных работ на качество угля добываемого. В ходе решения поставленной цели были получены следующие научные и практические результаты:

1. Выполнен анализ и обобщение имеющихся в научно-технической литературе сведений о предмете исследования, который позволил сделать вывод, что до настоящего времени не до конца изучено влияние горно-геологических факторов на засорения добываемого угля пустыми породами, что не позволяет разработать более точные мероприятия для снижения зольности угля.

2. Проведен анализ факторов, влияющих на формирование технологической зольности угля, который показал следующее: на зольность угля оказывает влияние как природные, так и искусственные факторы.

3. Выполнен анализ горно-геологических условий отработки пластов шахты им. Героев Космоса, который показал следующее: добыча угля ведется в сложных горно-геологических условиях со средней геологической мощностью 0,85 м с наличием много-численных тектонических нарушений, что может негативно отражаться на качестве добываемого угля; значительная мощность присечки боковых пород до 0,35 м увеличивает технологическую зольность шахты до 48%;

4. Установлено, что увеличение плотности угольного пласта на $0,1\text{т/м}^3$ влечет за собой уменьшение зольность добываемого угля на 0,4%.

5. Увеличение мощности слоя засоряющих пород на 1см приводит к дополнительному засорению добываемого угля на 5 – 8 %.

6. При переходе разрывных геологических нарушений механизированными комплексами зольность добываемого угля, в зависимости от длины лавы, увеличивается на 0,5 – 1,0%;

7. Погрузочная способность шнеков комбайна МВ-444 более эффективна по сравнению с комбайном УКД200-400. Так, производительность шнеков МВ-444 ($d_{ш.о} = 0,8$ м) по погрузке горной массы на 2 т/мин больше чем у комбайна УКД200-400 с тем же диаметром и.о.

8. При увеличении скорости подачи очистного комбайна на 1 м/мин зольность угля увеличивается на 0,8 – 1%.

9. Установка на очистные комбайны зачистных лемехов, которые смогут удерживать отбитый уголь в зоне шнека, позволит увеличить погрузочные способности исполнительных органов в 1,5 – 2 раза.

10. Разработаны методы и технические рекомендации по улучшению качества выдаваемого из лав угля, которые заключаются в переходе очистных забоев на отдельную отработку угля и присекаемых пород, а также установки на очистных комбайнах инновационной технологии EiControl, позволяющая в автоматическом режиме следить за положением исполнительного органа выемочной машины на контакте «уголь-пород».

11. Расчеты показали, что в зависимости от геологической мощности и величины присекаемых пород, технология отдельной выемки угля позволит снизить зольность до 24%, а автоматическая система EiControl на 5 – 8%.

12. Прибыль шахты при внедрении системы EiControl составит – 59,3 млн. дол. США, технологии отдельной выемки угля – 61,2 млн. дол. США.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толкацер Д.Я. Цена и качество угольной продукции. – М.: Недра, 1982. – 200 с.
2. Справочник по качеству каменных углей и антрацитов Донецкого и Львовско-Волынского бассейнов / Отв. Ред. Н.М.Двужильная. – М. : Недра, 1972. – 168 с.
3. Яцких В.Г. ,Кутовой В.И. , Шапиро И.Г. Сортность угля при работе выемочных машин и пути ее улучшения. – М. : Госгортехиздат 1962. – 162 с.
4. Крахмалев А.А. Исследование измельчения антрацитов и разработка методов и средств снижения выхода мелких классов: Дис. ...канд.техн.наук. – Донецк, 1962. – 160с.
5. Клемпнер К.С. , Васильев А.Г. Физические методы контроля зольности угля. – М. : Недра. 1978. – 174с.
6. Галушко М.К. , Кривченко А.А. ,Александрович В.А. и др. Зольность добываемых углей и мероприятия по ее снижению // Уголь Украины . – 1975. - №2. – С.10-11.
7. Галушко М.К. , Кривченко А.А. ,Орловский Э.Д. Комплексная система управления качеством продукции на предприятиях угольной промышленности УССР //Уголь Украины. – 1976. -№10.-С.1-3.
8. Кривченко А.А., Кузнецов Н.В., Палагута М.К. Мероприятия по снижению зольности добываемых углей на шахтах Минуглепрома УССР // Уголь Украины. – 1979.-№4.-С.21-22.
9. Кривченко А.А., Синюгин В.М. Пути снижения засорения угля в очистных забоях вмещающими породами // Уголь Украины. – 1979.-№12.- С.37-38.
10. Кривченко А.А., Смирнов А.И. Качество добываемых углей и рекомендации по его улучшению //Уголь Украины.-1982.-№10.-С.35-36.
11. Кривченко А.А., Смирнов А.И. О зольности добываемых углей на шахтах Минуглепрома УССР //Уголь Украины. – 1980.-№7.-С.35-37.

12. Посыльный А.И. Влияние горнотехнических факторов на качество углей // Уголь Украины. - 1984. - №3. - С.40-41.
13. Терентьев Б.Д., Артемьев В.Б. Проблема снижения зольности горной массы // Уголь. - 2002. - №2. - С.63-65.
14. Бузило В.И. Формирование качества добываемого угля при отработке пласта сложного строения / В.И. Бузило, А.Г. Кошка, В.П. Сердюк и др. / Материалы II международной научно-практической конференции «Школа подземной разработки», Днепропетровск: НГУ. - 2009. - С. 106 - 109.
15. Саратикянц С.А., Майдуков Г.Л. Формирование качества угля в процессе добычи. Недра. - 1983. - 185 с
16. Майдуков Г.Л., Лобкин В.М., Вероятностная оценка зольности по величине обрушений пород кровли в забое // Уголь Украины. - 1976. - №12. - С.30-33.
17. Шмидт А.К. Нормирование качества углей. - М.: Углетехздат, 1953. - 93с.
18. Шмидт А.К. Нормирование качества углей. - М.: Углетехздат, 1960. - 171с.
19. Литцен Р. Исследование причин засорения рядового угля породой // Глюкауф. - 1965. - №5. - С.30-45.
20. Куков П.П., Овсиенко В.С. О совершенствовании методов подземного контроля качества угля на шахтах // Уголь. - 1979. - П.3. - С.50-52.
21. Методика расчета норм показателей качества углей и продуктов их переработки по предприятиям Минуглепрома СССР. - Донецк: Донуги, 1967. - 81с.
22. Лобкин В.М. Формирование зольности и гранулометрического состава в процессе подземной добычи угля: Дис. ... канд. техн. наук. - Донецк. 1981. - 155с.

23. Бузило В.И. Технология селективной отработки тонких угольных пластов: моногр. / В.И. Бузило, А.Г. Кошка, В.П. Сердюк и др. – Д.: Национальный горный университет, 2012. – 138с.

24. Юрген Крокер, Дирк Росински. Мероприятия по предотвращению избыточного извлечения пустой породы уменьшением присечки почвы при очистной комбайновой выемке //Глюкауф. – 2009.- №11. – С.28-34.

25. Табаченко М.М., Медяник В.Ю., и др. Довідник з гірничого обладнання дільниць вугільних і сланцевих шахт. – Дніпро: Ніціональний гірничий університет. 2012. – 432с.

26. «Company profile T Machinery a.s.» очистной комбайн МБ 280Е [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tmachinery.cz/ru/production/shearers>.

27. Антипова Н. П. разработка тонких пластов - основной резерв роста объема угледобычи // Уголь Украины. - 2007. - №7. - С. 13-16.

28. Бойко Н. Г. Монография :Очистные комбайны для тонких пологих пластов. - Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2010.- 476с.

29. Бойко Н.Г. Погрузка угля очистными комбайнами.- Донецк: РВА ДонНТУ, 2002.- 157с.

30. Бойко Н.Г., Тарасевич В.И., Нечпаев В.Г. Заполнение шнека очистного комбайна разрушенным углем. Изв. Вузов, Горный журнал, 1980, №4, - С.96-99.

31. Тарасевич В.И. О погрузке угля на конвейер одиночным шнековым исполнительным органом комбайна с погрузочным щитом. - Сб. Разработка месторождений полезных ископаемых. Киев, "Техника", 1977,- Вып. 48, - с. 104-107.

32. ОСТ 12.44.286-85 "Шнек очистных узкозахватных комбайнов. Типы и основные параметры". М., Госстандарт, 1985.- 3 с.

33. Крокер Ю., Росински Д., Тельземайер Т. Мероприятия по предотвращению избыточного извлечения пустой породы уменьшением

присечки почвы при очистной комбайновой выемке // Глюкауф. – 2009. - № 11. – С. 28-34.

34. Гайдай А.А. К вопросу обоснования параметров разработки угля в шахтах Западного Донбасса // Уголь Украины. – 2014. - № 7. – С. 10-12.

35. Ткачев В.В. Бубликов А.В. Использование имитационного моделирования для исследования системы автоматического управления добычным комбайном: монография / Ткачев В.В, Бубликов А.В.. – Днепр: НГУ, 2015. – 182 с.

36. Омарова Б.А. Экономическая эффективность повышения качества угольного топлива для тепловых электростанций Казахстана // Горный журнал. – 2008. - № 6. – С. 49-51.

37. Пилова Е.П. Влияние качества каменных углей на экономические показатели производства электроэнергии и ресурсосбережения // Науковий Вестник НГУ. – 2011. - № 2. – С. 125-128.

38. Влияние качества каменных углей на себестоимость производимой электроэнергии и ресурсосбережения Е.П. Пилова // материалы семинара № 8 «Неделя Горняка». – Д. : НГУ, 2003. – С. 93-97.

39. Адлина Л.Л. Обоснование области применения валовой и раздельной выемки угольных пластов сложного строения // Сб. науч. тр. / ИГД им. А. А. Скочинского.- 1980.- Вып. 188. - С. 30-37.

40. Бузило В.И., Кошка А.Г., Сердюк В.П., Наливайко Я.М., Дяченко А.П. Формирование качества добываемого угля при отработке пласта сложного строения // Матер. междуна. научн.-практ. конф. «Школа подземной разработки». – Д.: НГУ, 2009.

41. Buzyló V.I., Koshka A.G., Serdyk V.P., Morozova T.I. Improvement of Equipment and Methods for Thin Coal Strata Mining in Western Donbass / Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2008. – Krakow: Wydawnictwo IGSMiE PAN. – P. 617-621.

42. Малоотходная технология добычи угля/ В.Е. Жуков, В.В. Выстороп, А.М. Колчин, Е.В. Григорин.- К: Техника, 1984.- 144с.

43. Есенков В.М. , Клопченко Г.С. Влияние механизации очистных работ на качество горной массы // Уголь. – 1979. - № 6. – С. 53-56.

44. Нейбург В.Е. , Шишкова В.С. Экономическая оценка целесообразности применения селективной выемки угля и породы из тонких и весьма тонких пластов с закладкой породы в выработанное пространство // Экономика и организация производства на угольных предприятиях . – Донецк. 1982. – С. 73-77.

45. Разработка, исследование и внедрение рациональных параметров технологии раздельной отработки пластов с закладкой пород в выработанное пространство в условиях шахт ПО «Павлоградуголь»: отчет о НИР/ДГИ; рук. И.А. Кияшко. – №010173. – Днепропетровск, 1989. – 105 с.

46. Кияшко Ю.И. Научно-технические принципы создания высокопроизводительных технологий очистной выемки угольных пластов: дисс. ... доктора техн. наук: 05.15.02 / Кияшко Юрий Иванович. – Д., 2001. – 376 с.

47. СОУ 10.1.00185755.001-2004. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Методика розрахунку показників якості. – Мінпаливенерго України. – 2004.

48. НПАОП 10.0-1.01-10 «Правила безопасности в угольных шахтах».

49. СОУ-П 10.1.00185790-020:2012 «Руководство управления кровлей и крепления в очистных забоях на угольных пластах с углом падения до 35°».

50. СОУ-П 10.1.00185790.017-2011 «Технологический проектный документ (паспорт) выемочного участка. Общие требования».

51. ДСТУ 4847:2007 «Комбайны шахтные очистные. Общие технические требования».

52. ДСТУ 4083-2002 «Вугілля кам'яне та антрацит для пиловидного спалювання на теплових електростанціях».