

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК: 553.04: 622.013: 622.013.36

**РАЗРАБОТКА ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ОЦЕНКИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
К РАЦИОНАЛЬНОМУ ПРОМЫШЛЕННОМУ ОСВОЕНИЮ**

Писаренко М.В., в.н.с., к.т.н., доц.  
ФГБУН Институт угля СО РАН  
г. Кемерово

\*Работа выполнена при финансовой поддержки гранта РФФИ (№ 13-05-98049-р\_сибирь\_a) «Обоснование концепции развития минерально-сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна»

Условия жесткой конкуренции на мировых рынках, снижение спроса и цены на энергоресурсы, в том числе и угольные, ведут к изменению экономических характеристик к освоению месторождений, повышая требования к ее сырьевой базе. При этом большая часть числящихся на балансе запасов, поставленных на учет по материалам разведок 40-50 летней давности, не соответствует современным требованиям угольной промышленности к геологической изученности и подготовленности их для промышленного освоения [1]. Решения по освоению месторождений принимаемые на основе геологоразведочных данных, объективно обладающих тем или иным уровнем погрешности, неизбежно трансформируются в погрешности и ошибки технологических, инвестиционных и иных решений. И как показывают многочисленные исследования реальных горных проектов, основные причины, по которым технические и экономические показатели, определенные в проектных материалах, не реализуются на практике, являются ошибки геологического изучения и определения запасов (17%), ошибки проектирования (32 %), неточность технологических исследований (15 %) и геотехнологического анализа (9%) [2]. В отдельных случаях эти ошибки, достигая значительных величин, приводят к катастрофическим последствиям, особенно на стадии освоения новых месторождений [3].

Анализ существовавших подходов к оценке промышленной подготовленности месторождений показывает, что они основывались на оценках достоверности геометризации месторождения (точности подсчета запасов, средних значений и изменчивости показателей, плотности разведочной сети) и отнесении запасов к определенной категории в соответствии с достигнутой степенью их изученности [4]. Такая оценка не обеспечивала безошибочного проектирования, строительства и

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

эксплуатации горного производства. Основным недостатком этого подхода, как отмечено в [4], является несоответствие принятых требований к предельно допустимым значениям достоверности геометризации месторождений требованиям промышленности, которые по мере совершенствования технологий добычи, повышения концентрации и мощностей добывающих предприятий постоянно растут. Видится, что месторождение следует признать подготовленным к промышленному освоению, если величина погрешностей геологических и горно-геометрических представлений обеспечивает приемлемый уровень формируемых на их основе погрешностей технологических, инвестиционных и иных решений в области недропользования. В противном случае месторождение к промышленному освоению не готово. При этом следует подчеркнуть, что решение о промышленной подготовленности принимается только после завершения выполнения геологоразведочных работ.

Эффективное и рациональное освоение угольных месторождений на сегодняшнем этапе развития техники и экономических условиях требует расширить оценку подготовленности угольных месторождений к промышленному освоению двумя направлениями: оценкой технологической подготовленности и достаточности достигнутой степени геологической изученности.

Технологическая подготовленность предполагает оценку возможности эффективного освоения месторождения с использованием известных технологий добычи. Участок следует признавать технологически подготовленным к освоению, если промышленно опробованные технологии добычи и переработки минерального сырья позволяют извлечь основную часть его геологических запасов.

Наличие технологической оценки позволит обеспечить рациональность использование недр и правильно формировать задачи совершенствования технологической платформы добычи и переработки, выделив наиболее ресурсно обеспеченные направления ее дальнейшего развития.

Видится, учет неполноты геологических знаний о недрах и погрешности существующих представлений о характере пространственного изменения показателей месторождения и их свойств в недрах можно выполнить на основе многовариантного моделирования.

Суть многовариантного моделирования заключается в формировании комплекта горно-геометрических моделей по основным показателям месторождения (гипсометрии и мощности пласта, зольности и др.). Их комплект, который можно квалифицировать как многовариантный, должен состоять, как минимум, из двух [8-10]:

- «традиционного» или «ожидаемого» комплекта, формирование

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

которого осуществляется в ходе геологического изучения недр хорошо известными методами;

– «пессимистического» комплекта, формируемого уже на стадии подготовки проектной документации путем трансформирования «традиционного» комплекта моделей с учетом количественной оценки достоверности геологической изученности.

Количественная оценка достоверности геологической изученности месторождений выполняется по подходам, разработанным С. В. Шаклеиным, Т. Б. Роговой [7, 11-14], и рекомендуемым ФБУ «ГКЗ» «Методические рекомендации...» [15]. В результате выполнения которой с учетом неполноты знаний получаем косвенно избыточное определение показателей месторождения, которые используются для построения «пессимистического» и «оптимистического» комплекта моделей.

Наличие «пессимистического» комплекта горно-геологических моделей дает возможность оценить влияние погрешности геологического изучения на реализацию принятых проектных решений [16]. В случаях сохранения эффективности принятых проектных решений в условиях проявления ожидаемых погрешностей, степень геологической изученности признается достаточной для промышленного освоения. В противных случаях, требуется выполнение дополнительных геологоразведочных работ, либо изменения проектных решений по разработке участков.

В работах [5-7] подробно изложен алгоритм формирования многовариантного комплекта горно-геометрических моделей мощности и гипсометрии угольного пласта. Здесь же ограничимся примерами использования многовариантного комплекта горно-геологических моделей для оценки подготовленности месторождений к промышленному освоению.

Рассмотрим оценку промышленной подготовленности участка по предлагаемому подходу по показателю мощности пласта на примере реального объекта. По методике [5-6] построена «ожидаемая» и «пессимистическая» модели мощности угольного пласта. Характерной особенностью рассматриваемого участка недр является наличие в его пределах участка забалансовых запасов (выделенная область на рисунках).

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ**  
**ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**  
**ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

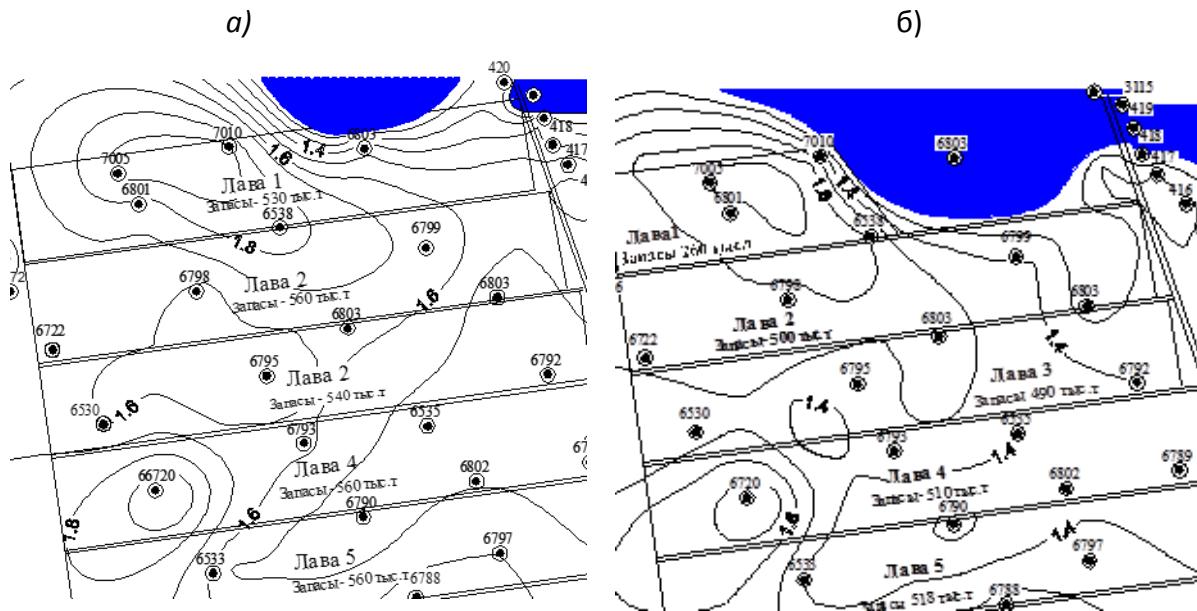


Рис.1. Схема подготовки запасов участка на основе «ожидающей» (а) и «пессимистической» (б) модели мощности пласта

На основании построенной «традиционной» модели, согласно проектной технологической схеме подготовки запасов участка (рис. 1), объем промышленных запасов участка составляет 2750 тыс. т. Выполнение аналогичных проектных работ по «пессимистической» модели (рис. 2) показывает, что за счет проявления возможных погрешностей геологических данных объем промышленных запасов составляет 2278 тыс. т., что ниже на 17 % чем по «ожидающей» модели. В качестве факторов, определяющих величину снижения промышленных запасов, выступает уменьшение в пределах выемочного столба (лава1) мощности пласта и площади отработки за счет расширения контура забалансовых запасов. Причем отмеченное придется на верхнюю часть участка – лава 1 (до 51%), отработка которого предполагается в течение одного года. Такое уменьшение промышленных запасов является крайне нежелательным, так как снижая экономическую эффективность отработки запасов, может привести к невозможности выполнения обязательств по отгрузке угля, которые принимают на себя предприятие исходя из планов ведения горных работ.

Оценку подготовленности месторождения на основе многовариантного похода по показателю гипосметрии рассмотрим на примере конкретного горного объекта, особенностью которого является наличие синклинальной

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ**  
**ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**  
**ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

складки в центре участка. Наличие данного факта использовано проектировщиком для расположения главных вскрывающих выработок вдоль оси складки. Такое расположение горных выработок является наиболее оптимальное, так как позволяет реализовать наиболее эффективные режимы проветривание выемочных столбов, транспорта и водоотведения (рис. 3).

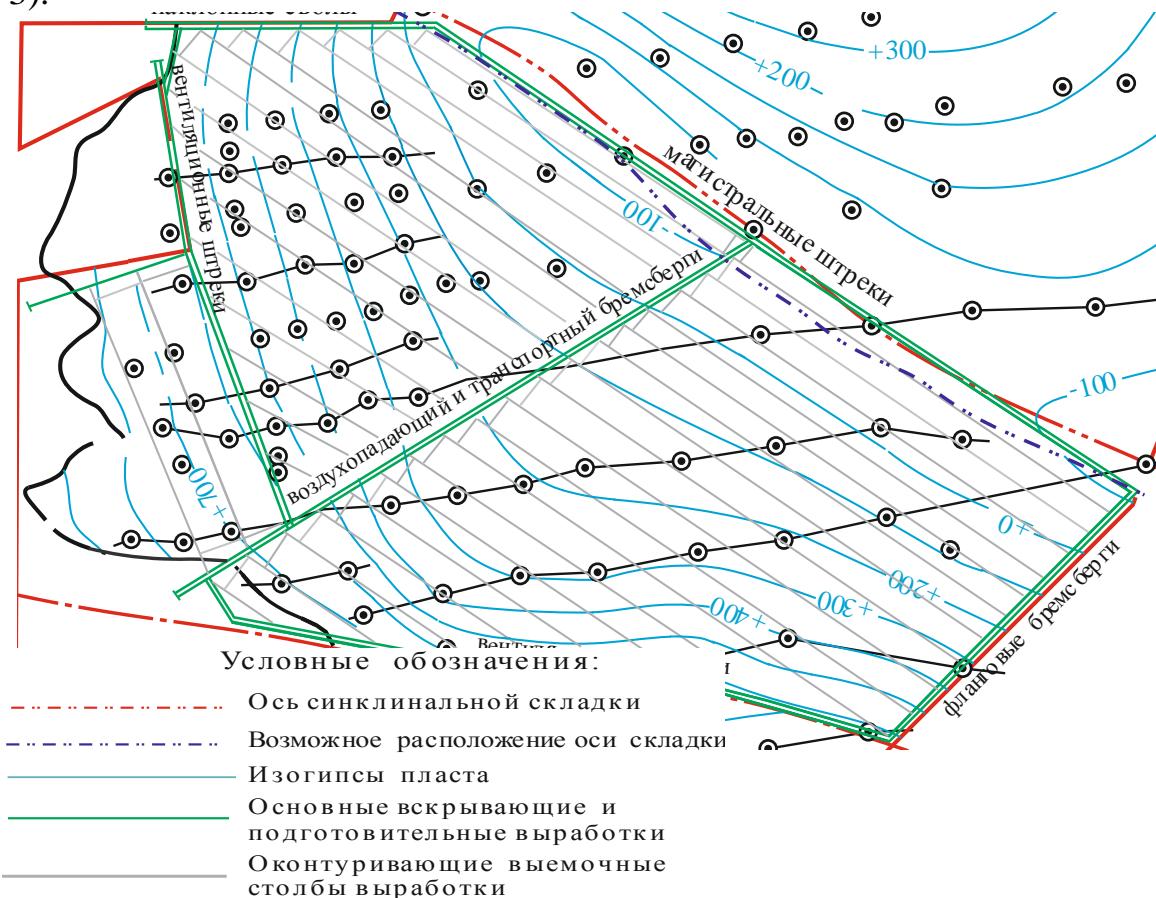


Рис. 3. Схема вскрытия и подготовки блока участка шахтного поля

Результат построения комплекта горно-геометрических моделей анализируемого объекта недропользования, показал, что плотность и конфигурация имеющейся разведочной сети такова, что не исключает возможности смещения оси складки на 300 м (рис. 2 (б)). Реальное ее положение может быть установлено только после проведения горных выработок или бурения дополнительных геологоразведочных скважин. При этом в случае несовпадения фактического и ожидаемого положения оси складки, предусмотренное проектом расположение вскрывающих выработок (рис.3), становится неэффективным, так как приводит к потери промышленной значимой части запасов участка. Отсюда следует, что в условиях рассматриваемой схемы вскрытия и подготовки пласта, достигнутая

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

степень геологической его изученности не достаточна для выполнения работ по проектированию предприятия – требуется выполнение дополнительных геологоразведочных работ, направленных на уточнение положения оси складки, либо изменения проектных решений по вскрытию и подготовки запасов участка.

Таким образом, предлагаемый подход оценки подготовленности угольных месторождений к промышленному освоению на основе комплекта горно-геометрических моделей и технологической подготовленности направлен на расширение и формирование минерально-сырьевой базы отвечающей современным требованиям развития горной техники и дает возможность учесть достоверность горно-геологической информации, принять превентивные горнотехнологические, технические, технологические, управленческие и иные решения направленные на снижение неполноты знаний о недрах для обеспечения рациональности и эффективности освоения участка.

#### **Список литературы:**

1. Логвинов М.И., Файдов О.Е., Старокожева Г.И., Микерова В.Н Основные проблемы, перспективы освоения и направления развития угольной сырьевой базы России. // Разведка и охрана недр. -2012. -№ 9.- С. 55-62.
2. P.McCarthy. Managing technical risk for mine feasibility studies. Mining Risk.TheAusIMM ISBN 978-1-920806-00-2. - 2003.
3. Шакlein С.В. Количественная оценка достоверности геологических материалов угольных месторождений// - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2005. – 243 с.
4. Богацкий В.В., К.В. Гаврилин. Возможность количественной оценки достоверности результатов разведки пластовых полезных ископаемых. - Геология угольных месторождений. - М. «Наука», -1971. Том 2 .-С.-94-99.
5. Шакlein С. В. Подход к созданию систем многоуровневых горно-геометрических моделей угольных месторождений. // С.В. Шакlein, М.В. Писаренко/- Маркшейдерия и недропользование. -2010, -№ 5.- С. 38-42.
6. Шакlein С.В., Писаренко М.В. Многоуровневые горно-геометрические модели угольных месторождений. - Маркшейдерия и недропользование. -2011. -№ 4.-С.49-52.
7. Писаренко М.В. Формирование многовариантных горно-геометрических моделей гипсометрии угольного пласта. -- Маркшейдерия и недропользование. -2015. - № 5.

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

8. Шаклеин С.В., Писаренко М.В. Многоуровневые горно-геометрические модели угольных месторождений и их применение для повышения полноты использования недр. // Рациональное освоение недр. - 2011. - № 4. - С. -8-10.
9. Шаклеин С.В., Рогова Т.Б. Применение количественных методов. оценки достоверности запасов для прогноза горно-геологических условий и проектирования эксплуатационной разведки на угольных месторождениях // Маркшейдерия и недропользование. – 2014. – № 6. – С. 9-13.
12. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Оценка степени геологической изученность шахтного (карьерного) поля при подготовке проектной документации. // Рациональное освоение недр. – 2012. – № 6. – С. 32-35.
13. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Направления совершенствования российской системы оценки достоверности запасов твердых полезных ископаемых в контексте обеспечения безопасности горных работ // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление – 2010. – № 6.- С. 19-24.
14. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Методы оценки достоверности разведенных запасов участков угольных месторождений // Недропользование XXI век. – 2007. – № 6. – С. 25-29.
15. Рогова Т.Б. Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию/ Т.Б. Рогова, О.П. Никифорова, С.В. Шаклеин и др. // ОЭРН. – М. – Кемерово, 2011. – 86 с.
16. Писаренко М.В., Шаклеин С.В. Оценка подготовленности месторождений твердых полезных ископаемых к промышленному освоению. // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2014.-№6.-С.42-46.