



**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

РЕДАКЦИОННЫЙ

С О В Е Т

Председатель

Л.А. ПУЧКОВ

Зам. председателя

Л.Х. ГИТИС

Члены редсовета

И.В. ДЕМЕНТЬЕВ

А.П. ДМИТРИЕВ

Б.А. КАРТОЗИЯ

М.В. КУРЛЕНЯ

В.И. ОСИПОВ

Э.М. СОКОЛОВ

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ

В.В. ХРОНИН

В.А. ЧАНТУРИЯ

Е.И. ШЕМЯКИН

**ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*ректор МГГУ,
чл.-корр. РАН*

*директор
Издательства МГГУ*

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАН

академик РАН

академик МАН ВШ

академик РАН

профессор

академик РАН

академик РАН



В.М. Щадов

ГОРНЫЕ НАУКИ

ОТКРЫТАЯ РАЗРАБОТКА

**СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ
УГОЛЬНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Издание второе, стереотипное



МОСКВА

**ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

2 0 0 4

УДК 622.271

ББК 33.31

Щ 78

Щадов В.М.

Щ 78 Открытая разработка сложноструктурных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока. — 2-е изд., стер. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. — 298 с.

ISSN 5-7418-0091-2

В работе рассмотрены проблемы открытой разработки угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока, многие из которых являются сложноструктурными. Изложены: базирующийся на выполненных исследованиях общий методологический подход к решению этих проблем, конкретные методы комплексного формирования вариантов технологий горных работ и их оценки в современных условиях.

На примерах Павловского, Лучегорского, Тугнуйского и Черемховского угольных разрезов представлены конкретные комплексные технологические решения, позволяющие эффективно использовать сырьевую базу, техногенные и материальные ресурсы, повышать технико-экономические показатели горных предприятий. Ряд этих решений претворяется в жизнь.

Книга представляет интерес для широкого круга специалистов открытой разработки угля. Может быть полезна в качестве учебного пособия студентам горных вузов и факультетов.

УДК 622.271

ББК 33.31

ISSN 5-7418-0091-2

© В.М. Щадов, 1998, 2004

© Издательство МГГУ, 1998, 2004

© Дизайн книги.

Издательство МГГУ, 1998, 2004

Перспективы развития открытого способа добычи и роль угля в топливно-энергетическом балансе Восточной Сибири и Дальнего Востока определяют необходимость поиска новых технологических решений, способствующих повышению конкурентоспособности угольной продукции. При этом технологические решения должны комплексно обеспечивать максимальное использование природного потенциала топливно-энергетических комплексов, минимальное воздействие на окружающую среду и минимальное потребление финансовых, материальных и трудовых ресурсов. Для разрезов Восточной Сибири новые технологические решения должны быть направлены прежде всего на повышение качества угля, снижение затрат на добычу и улучшение экологической ситуации в регионе, а для разрезов Дальнего Востока — на увеличение производственных мощностей.

Сырьевая база многих разрезов представлена сложноструктурными месторождениями и пластами, что затрудняет достижение высоких технико-экономических показателей. При этом горно-геологические условия за последние годы ухудшились, а в перспективе это ухудшение (меньшая мощность угольных пластов, снижение качества угля, увеличение мощности вскрышных пород) будет более существенным. Для компенсации ухудшения горно-геологических условий необходим комплексный подход к оценке сырьевой базы и обоснованию технологических решений по ее

освоению. При этом предлагаемые решения должны увязываться с совершенствованием используемых и применением новых технологий и оборудования.

Важным вопросом является определение первоочередных объектов применения новых технологий. Для этого на основе разработанной методики были комплексно (по совокупности геологических, технологических, экономических, экологических и социальных факторов) оценены угольные разрезы России и на основе их ранжировки выделена группа из двадцати приоритетных разрезов. С учетом ситуации на федеральном и региональных рынках энергетических углей, а также возможности дальнейшего тиражирования новых технологических решений базовыми объектами для исследования и разработки инженерно-технических решений были выбраны Лучегорский, Павловский №2, Тутнуйский и Черемховский разрезы.

Комплексное обоснование технологических решений и кондиций на уголь стало возможным благодаря применению разработанного в МГТУ комплекса программных средств для создания и ведения баз геологической и технологической информации на персональных ЭВМ. С использованием этого комплекса были созданы геолого-технологические базы данных по Черемховскому (Северная площадь), Олонь-Шибирскому и Бикинскому месторождениям. Далее при непосредственном участии автора данной работы был разработан программный комплекс для выполнения горно-геометрических расчетов при переменных кондициях на уголь и моделирования параметров технологических зон, позволяющий определять качественно-количественные показатели угля и вскрыши угольных пластов, угольных пачек, внутрипластовых и межпластовых пород-

ных слоев по этапам разработки и участкам карьерного поля.

Автором введено понятие о реструктуризации угольных месторождений и в книге изложены результаты исследований по определению направлений реструктуризации месторождений в увязке с тенденциями развития рынка угля и предъявляемыми требованиями к качеству угольной продукции. Рассмотрены возможные горные стратегии развития разрезов, разрабатывающих сложноструктурные угольные месторождения.

Обоснованы методические положения по формированию технологий открытой разработки сложноструктурных угольных месторождений, которые успешно применены в условиях Павловского, Лучегорского, Тугнуйского и Черемховского разрезов.

Главными технологическими решениями, характеризующимися научной новизной и прикладной значимостью, являются:

- порядок разработки свиты рассредоточенных угольных пластов;
- обоснование комплексов горного и транспортного оборудования действующих угольных разрезов;
- формирование зон применения отдельных технологий вскрышных и добычных работ;
- конструкция и параметры бестранспортных технологических схем;
- конструкции и параметры технологических схем селективной разработки сложноструктурных угольных пластов.

Эти технологические решения во многом базируются на результатах реструктуризации угольных месторожде-

ний и их отдельных участков, разносторонней оценке промышленных запасов. Не только учет горно-геологических факторов, но и активное управление ими — требование сегодняшнего дня.

Настоящая книга будет полезна всем горнякам-открытчикам. В ней научно-инженерные решения сложных технологических задач наглядно показаны в условиях крупнейших разрезов Восточной Сибири и Дальнего Востока, определяющих лицо угольной промышленности в этих регионах.

Профессор, доктор технических наук
В.В. ИСТОМИН

Глава 1

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

- 1.1. Направление реструктуризации угольных месторождений
- 1.2. Возможные горные стратегии развития разрезов, разрабатывающих сложно-структурные угольные месторождения
- 1.3. Методика формирования вариантов технологий разработки пологих сложноструктурных угольных месторождений

1.1

Направления реструктуризации угольных месторождений.

Почти все буро- и каменноугольные месторождения Дальнего Востока и Восточной Сибири, предназначенные для открытой разработки, представлены брахосинклиналями, которые разрезами отрабатываются полностью или частично. Это наглядно видно из материалов последующих разделов. Угленосные отложения относятся, как правило, к одной геологической свите. В результате разведки выделяется свита угольных пластов, а после геолого-экономической оценки — промышленные (рабочие) пласты.

Обычные параметры кондиций на уголь для открытых работ следующие:

- минимальная мощность угольного пласта 1-2 метра;
- максимальная мощность внутрипластовых породных прослоев, включаемых в подсчет запасов, 0,7-1 метр;
- предельная зольность по пластопересечению 35-45 %;
- минимальные запасы пласта 1-2 млн. т.
- предельный линейный коэффициент вскрыши 11-16.

В результате геолого-промышленной оценки выделяются одно-, двух- и многопластовые (три и более) свиты пластов. Понятие «свита» применительно к однопластовому месторождению сохраняется:

- а) для обозначения того, что один промышленный пласт остался после «отсеивания» других пластов;
- б) или того, что один пласт может трансформироваться в несколько пластов после его переоценки.

Дальнейшая структуризация месторождения связана с относительным местоположением пластов. По этому признаку выделяют сближенные (сосредоточенные) и рассредоточенные пласты.

Сближенными пластами являются те, мощность которых соизмерима с мощностями разделяющих их междупластий. Как правило, такие пласты и междупластья разрабатываются по единой технологии одинаковыми или одними и теми же техническими средствами.

Рассредоточенные пласты характеризуются тем, что мощность породного междупластья между ними существенно (в полтора-два раза и более) превышает мощности самих пластов.

Наконец, промышленная свита может быть представлена группами сближенных пластов, причем сами группы пластов рассредоточены. В этом случае суммарная мощность пластов и междупластий группы (общая мощность пластовой группы) соизмерима с мощностью вскрышных пород, разделяющих отдельные группы пластов. Такие пласты в целом можно назвать сосредоточенно - рассредоточенными.

Итак, свита пластов может быть представлена одним пластом (вырожденный случай), одной группой сближенных пластов, несколькими рассредоточенными пластами или(и) группами сближенных пластов. Этим случаям соответствуют сосредоточенная, рассредоточенная и комбинированная структуры свит угольных пластов (рис. 1.1). При ныне действующих кондициях на уголь сосредоточенную структуру имеют свиты угольных пластов Азейского и Мугунского буроугольных месторождений; рассредоточенную структуру — свиты пластов на Павловском буроугольном и участке № 1 Северной площади Черемховского месторождений; комбинированную структуру — свита всех угольных пластов Бикинского месторождения (всего 18 групп сбли-

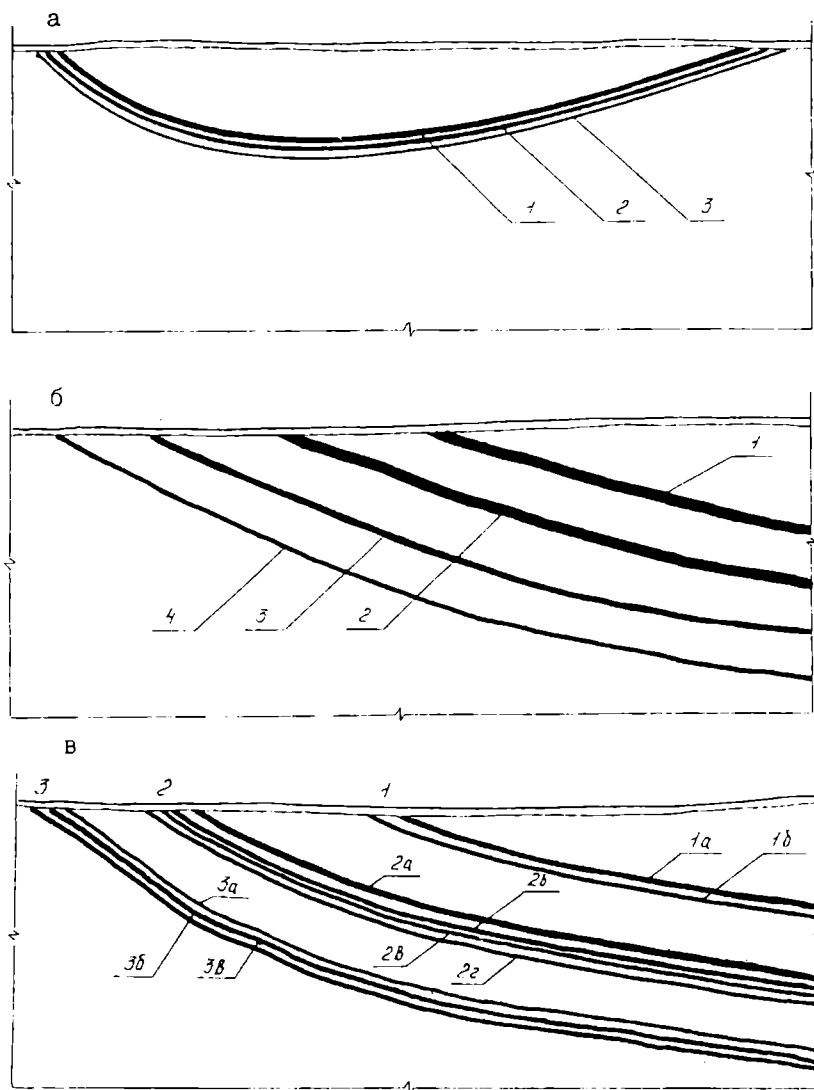


Рис. 1.1

Структуры угольных месторождений:

а — сосредоточенная, **б** — рассредоточенная (1, 2, 3, 4 — пласты); **в** — комбинированная (сосредоточенно-рассредоточенная; 1, 2, 3 — группы пластов; 1_а, 1_б, 2_а, 2_б, 2_г, 3_а, 3_б, 3_г — пласты).

женных пластов), пласта «Второй» и сближенных пластов «Четвертый» и «Пятый» на участке № 5 Северной площади, в целом свита угольных пластов Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.

Угольный пласт, как известно, — объект селективной разработки и промышленной оценки. Пласт может быть однородным (сплошным), состоящим из пачек чистого угля и иметь в этом случае простую структуру. Пласт может быть разнородным, включать угольные пачки и породные прослои (рис. 1.2). Такой пласт будет сложноструктурным.

Сложноструктурный пласт мощностью, например, 1–2 метра может быть разделен на более тонкие пласты (например, минимальной толщиной 30–40 см.), отработываемые отдельно. И мы получаем новые пласты, часть, из которых имеют малую мощность. Структура новых пластов, в свою очередь, может быть простой или сложной.

В то же время такое разделение пласта на ряд более тонких пластов и породных прослоев между ними характеризует формирование группы сближенных тонких пластов, разделенных тонкими же междупластиями, и ведет в общем случае к изменению структуры части свиты пластов или всего месторождения. Так, пласты «Пятый» и «Третий» на участке № 1 Северной площади (Черемхово) при снижении минимальной выемочной мощности (а это и есть кондиционная минимальная мощность пласта) трансформируются в две группы сближенных пластов, изменяется и в целом структура этого участка месторождения

Актуальными в современных условиях являются вопросы управления структурой месторождения, выбора направления изменения структуры, в целом реструктуризации угольных месторождений. Очевидно, что эти вопросы связаны с формированием и выбором горных стратегий развития действующих, строящихся и намечаемых к строительству угольных разрезов.

ПОРОДА	МОЩНОСТЬ, м
Уголь	1.1
Песчаник	0.1
Уголь	0.6
Песчаник	3.5
Уголь	1.0
Песчаник	0.6
Уголь	0.6
Песчаник	0.1
Уголь	0.7
Песчаник	0.1
Уголь	1.5
Аргиллит	0.6
Уголь	0.4

Рис. 1.2. Структурная колонка нижнего угольного комплекса (пласты 6–8) Олонь-Шибирского месторождения (скважина № 655).

Возможными направлениями изменения структуры угольных пластов и в целом месторождения являются:

- Увеличение кондиционной мощности угольных пластов (их рабочей мощности), что по сути в последние годы делается на подземных работах.
- Уменьшение кондиционной (выемочной) мощности угольных пластов, что связано с увеличением глубины секции добычных работ.
- Уменьшение максимальной мощности внутрипластовых породных прослоев, включаемых в подсчет запасов.

- Увеличение предельной зольности по пластопресечению, а следовательно и средней зольности кондиционного (балансового) и добываемого угля; это в свое время было сделано на Экибастузском месторождении.
- Выделение низко- и высокозольных частей угольных пластов при неизменных остальных параметрах кондиций на уголь.
- Изменение конечной глубины разреза, числа вовлекаемых в отработку пластов и глубины их отработки по горнотехническим или горно-геологическим условиям.
- Оставление неизменными кондиций на уголь, принятых ранее при подсчете запасов.

Выбор направления реструктуризации месторождения зависит в первую очередь от состояния и прогноза развития рынка угля, режима его требований к объемам и качеству угля. Здесь можно выделить следующие основные тенденции:

- Дефицит угля в регионе при наличии низкокачественных местных ресурсов угля, что определяет необходимость увеличения объемов добычи открытым способом и отсутствие требования к повышению качества угля (в ряде случаев даже возможно общее или дифференцированное снижение требований к качеству товарного угля).
- Общая стабилизация рынка угля (по объемам и качеству угля) или стабилизация объемов продаж при повышении требований к качеству угля.
- Снижение спроса на уголь при повышении требований к качеству угля и, что не исключается, снижении цен на уголь.

Обеспечение объемов и качества угля связано с мощностями и технологиями добычи и обогащения добываемого угля (угольной массы).

Первой тенденции развития рынка угля отвечают современные технологии горных работ, способные обеспечить, с одной стороны, годовые объемы вскрышных работ, измеряемые десятками миллионов кубических метров, с другой — относительно чистый рядовой товарный уголь непосредственно при добыче, что исключает необходимость его дальнейшего обогащения.

Соответствия требованиям к качеству товарного угля, что характерно для второй и третьей тенденций развития рынка, можно достичь альтернативными технологическими способами или их сочетаниями:

- Валовая добыча и обогащение всей угольной (горной) массы с реализацией только продуктов обогащения;
- Селективная добыча и получение только рядового товарного угля, отвечающего техническим условиям при отсутствии обогащения;
- Комбинация селективной и валовой добычи, частичное обогащение с получением в виде товарной продукции рядового и сортового угля, а также отсева обогащения.

Возможные направления изменения структуры угольного месторождения, способствующие ее совершенствованию, на современном этапе следующим образом сочетаются с общими и региональными особенностями и тенденциями развития рынка угля:

1. Принципиальное отличие открытого и подземного способов разработки, заключающееся в выемке всей горной массы в контуре карьерного поля и отсутствии такой выемки в контуре шахтного поля, обуславливает необходимость разного отношения к составляющим горной массы. Если ранее подземным способом отрабатывались полого залегающие тонкие пласты (до 0,7 метров, в том числе и мощностью от 0,45 до 0,6 метров), то теперь провозглашен принцип полного отказа от подземной разработки тонких и маломощных пластов, как и весьма мощных

пластов. Помимо этого введено ограничение на угол падения пластов — до 26 градусов.

Такое ограничение области подземной разработки является отнюдь не бесспорным. Выборочная отработка одного-двух пластов из свиты обуславливает практически безвозвратные потери громадных запасов угля для подземных работ. Кроме того, это может весьма отрицательно повлиять на возможность отработки открытым способом мощных вышележащих угольных пластов, попадающих в зону сдвижения.

Что касается открытой разработки, то ранее наоборот дешевизна строительства новых разрезов и наличие большого числа резервных полей с благоприятными горно-геологическими условиями определяли экономическую нецелесообразность установления жестких кондиций на выемочную мощность, которая составляла 2 м и более. В настоящее время ситуация изменилась. Резервные поля в большинстве случаев гораздо хуже эксплуатируемых как по мощности пластов и качеству угля, так и по мощности толщи вскрышных пород и вследствие ухудшения других природных факторов. Освоение новых месторождений, связанное со строительством разрезов, весьма дорого и исчисляется единичными случаями. Поэтому необходимо в целом не только бережное отношение к утвержденным запасам, снижение потерь и засорения угля, но и прирост запасов на эксплуатируемых площадях. Даже при очень больших запасах не следует исключать из отработки угольные пласты мощностью три-четыре метра, как это сделано в последние годы с Рыбинскими пластами на Бородинском разрезе.

Можно утверждать, что увеличение кондиционной мощности угольных пластов на месторождениях, обрабатываемых открытым способом, допустимо в единичных случаях. Даже на мощных разрезах, где ожидается расширение производственных мощностей, как правило, следует оставить действующие кондиционные мощности угольных пла-

стов, составляющие 1,5–2 метра.

2. Не следует смешивать возможности увеличения кондиционной мощности угольного пласта и исключения из разработки участков, связанные с оценкой комплекса горнотехнических параметров, среди которых фигурирует и мощность пластов. В большинстве случаев действительно на этих участках залегают пласты меньшей мощности, но это не является единственным фактором для принятия решения.

3. Селективная выемка пачек чистого угля или в общем случае сокращение числа и мощности породных прослоев, экскавируемых вместе с чистым углем, связанное с уменьшением кондиционной мощности угольного пласта, в последнее время получает все чаще права гражданства. Это непосредственно связано с рынком угля, в первую очередь его экспортом, предъявляемыми требованиями к кусковатости, зольности и засоренности товарного угля. Естественно, эти требования полнее могут быть удовлетворены при обогащении добываемого угля. Но строительство обогатительной фабрики, особенно при больших объемах переработки угля на мощном разрезе, требует значительных инвестиций, нередко ведет к экологическому ущербу в основном водным ресурсам района. В этих условиях обеспечение качества угольной продукции, отвечающего требованиям рынка, во многих случаях гораздо дешевле может быть достигнуто за счет применения специальных горных технологий, а сложно структурные угольные пласты будут предварительно трансформированы в группы сближенных угольных пластов меньшей мощности.

4. Уменьшение максимальной мощности породного прослоя, включаемого в угольный пласт, обуславливает эффект в первую очередь за счет снижения засоренности добываемого угля и повышения его качества. Необходимо отметить, что лимит по засоренности рядового угля гораздо чаще превышает по сравнению с лимитом его зольности. Поэтому снижение этого кондиционного параметра со-

вершенно необходимо при уменьшении минимальной мощности угольного пласта. Но нередко максимальная мощность породного прослоя (когда это технически возможно) должна быть меньше, чем наименьшая мощность пласта, чтобы в большей степени снизить засоренность добываемого угля.

5. Увеличение предельной зольности добываемого угля и зольности по пластопересечению возможно в регионах с дефицитом угля несмотря на известное при этом ухудшение технико-экономических показателей сжигания на тепловых электростанциях. Это возможно в первую очередь на действующих разрезах при вовлечении в отработку резервных площадей с ограниченными запасами в целом высокозольных углей. Расширение запасов, в ряде случаев значительное, позволяет поддерживать, а иногда и расширить производственную мощность разреза.

6. Уменьшение предельной зольности по пластопересечению, обуславливающее в целом снижение зольности промышленных запасов угля, ведет к дифференциации угольных пластов и целесообразно в основном при использовании технологий тонко слоевой выемки. В таких условиях сокращение запасов компенсируется повышением конкурентоспособности угля.

7. Выделение низко- и высокозольного углепотоков для разных ТЭС и при отдельных углеприемных сооружениях на одной ТЭС связано с введением граничных параметров на зольность по сортам добываемого угля. Целесообразность такой дифференциации кондиционных параметров зольности должна определяться с учетом используемых или требуемых (при новом строительстве ТЭС или ее расширении) котлоагрегатов, возможности выделения самостоятельных пластов или угольных слоев допустимой мощности, изменения технологии горных работ. Но в целом такая задача является актуальной.

8. Актуальной является и задача ограничения числа угольных пластов (групп пластов) и их границ для откры-

той разработки. До настоящего времени эти границы определяли как правило по величине предельного линейного коэффициента вскрыши. Такой метод определения и полученные при его использовании границы во многих случаях не соответствуют состоянию и тенденциям развития рынка угля. В связи с этим целесообразно рассмотрение новых критериев и методик установления границ подсчета запасов угля для открытых работ, в частности критерия максимума суммарной прибыли и новых компьютерных моделей.

9. Сопоставление возможных направлений изменения структуры угольных месторождений и требований рынка угля свидетельствует о наличии широкого круга месторождений, для которых ранее установленные кондиции на уголь и запасы открытой разработки останутся практически неизменными или их надо изменить в небольшой степени. Это относится в основном к мощным месторождениям и разрезам, на которых применяемые техника и технология не претерпят изменения в рассматриваемый период.

Как видно из вышеизложенного, направления реструктуризации угольных месторождений, их реализация непосредственно связаны с технологиями разработки, в целом стратегиями развития угольных разрезов. Поэтому, прежде чем принимать решения о целесообразности реструктуризации сырьевой базы, необходимо проанализировать горные стратегии угледобывающего предприятия.

1.2

Возможные горные стратегии развития разрезов, разрабатывающих сложноструктурные угольные месторождения.

Горные стратегии развития угольных предприятий в каждом регионе должны обеспечить конкурентоспособность добываемого угля по сравнению с другими энергоносителями.

ми и углем, поставляемым из других регионов, устойчивую рентабельную работу разрезов. Возможные стратегии развития отдельных разрезов должны быть разработаны с учетом вариантов развития рынка угля и направлены на возможное снижение затрат при одновременном обеспечении качества угольной продукции.

Формирование горных стратегий, их вариантов связано с различными объемами и качеством добываемого угля, включает определение последовательности вовлечения в отработку запасов угля (их геологических участков), применяемой техники и технологии разработки, производительности отдельных участков и разрезов в целом, затрат на добычу. Должны быть сформированы стратегии, позволяющие в первую очередь снизить затраты на производство, компенсировать возможное ухудшение горно-геологических условий. Поэтому формирование горных стратегий базируется на:

- анализе и оценке сырьевой базы разрезов, разрабатываемых угольных месторождений, их отдельных эксплуатируемых и резервных геологических участков с целью первоочередной отработки лучших участков и концентрации горных работ;
- реструктуризации при необходимости сырьевой базы с учетом требований рынка угля, применяемых и возможных технологий разработки;
- совершенствовании применяемых на разрезе технологий разработки с целью снижения затрат при минимальном привлечении инвестиций;
- обосновании новых технологий разработки с целью повышения технико-экономических показателей добычи и переработки угля.

При анализе и оценке сырьевой базы должны быть учтены:

- состояние и перспективы развития рынка восточно-сибирских и дальневосточных углей;

- горно-геологические условия разработки;
- потребительские свойства углей;
- возможные технологии разработки и затраты на них;
- технические возможности отработки отдельных участков месторождения, в первую очередь осваиваемых в настоящее время;
- географическое положение месторождений и развитие инфраструктуры;
- необходимые для освоения новых месторождений инвестиции и их эффективность;
- возможность получения инвестиций и их освоения;

Анализ влияния указанных факторов характеризует:

- неодинаковый спрос на уголь, добываемый в Восточно-Сибирском и Дальневосточном регионах;
- ограничение числа возможных для разработки месторождений и их участков по качеству углей и горно-геологическим условиям, в первую очередь участков, расположенных вблизи отрабатываемых в настоящее время угольных полей;
- реальную возможность освоения за счет собственных и заемных инвестиционных средств, по крайней мере до 2010 года, в основном, ныне отрабатываемых месторождений и примыкающих к ним новых участков.

Неблагоприятной является динамика сырьевой базы:

- кращаются запасы отрабатываемых полей действующих разрезов;
- отрабатываются более качественные запасы, чем прирезаемые на резервных участках;
- растет мощность вскрышных пород на новых участках;
- на пологих и наклонных месторождениях углубление разрезов связано с увеличением объемов вскрыш-

ных работ, быстрым ростом удельного веса транспортных технологий;

- одновременный рост мощности толщи вскрышных пород и снижение мощности отрабатываемых пластов определяют рост коэффициента вскрыши, который на ряде участков в рассматриваемых регионах уже превышает $10 \text{ м}^3/\text{т}$.

Сочетание указанных факторов, если не принимать действенных мер, ведет к ограничению возможных мощностей разрезов по добыче угля и росту его себестоимости.

Анализ состояния и динамики сырьевой базы, возможных направлений и целесообразности изменения его структуры во взаимосвязи с развитием рынка угля, применяемых и перспективных технологий разработки определяют круг рассматриваемых стратегий развития основных угольных разрезов Дальневосточного и Восточно-Сибирского регионов.

Для дальневосточных разрезов стратегическими направлениями являются увеличение производственной мощности, технологическое обеспечение больших объемов вскрышных работ в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях. Для восточно-сибирских разрезов, с одной стороны, также необходимо увеличение производственных мощностей перспективных разрезов по добыче каменных и бурых углей, с другой стороны — применение новых технологий для компенсации отрицательных последствий ухудшения сырьевой базы.

Основными перспективными разрезами Приморья, где возможен прирост объемов угледобычи, являются «Павловский № 2» и «Лучегорский № 1». Первый разрез разрабатывает участок Павловский одноименного месторожде-

ния, представленный брахисинклинальной свитой из четырех сосредоточено-рассредоточенных пластов. Лучегорский разрез разрабатывает участки № 1 и № 2 Бикинского месторождения, где брахисинклинальная свита представлена 15-ю группами сближенных пластов. Как показывает анализ (см. разделы 2 и 3), в современных условиях реструктуризация обоих месторождений не приведет к улучшению технико-экономических показателей разрезов. Актуальными здесь являются в первую очередь вопросы обоснования эффективных технологий разработки в сложных природных условиях.

Проблемы разработки крупнейшего в Восточной Сибири и Забайкалье Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения связаны как с интенсивным увеличением производственной мощности Тутнуйского разреза для роста поставок угля на экспорт, так и с частичной реструктуризацией месторождения (комплекса сложноструктурных пластов 6-8) для улучшения качества добываемых здесь углей, а также с выбором рациональных технологий разработки отдельных участков для снижения затрат на добычу (см. раздел 4).

Каменноугольным сложноструктурным месторождением, где объективно требуется рассмотрение целесообразности изменения структуры и технологии добычных работ, является Черемховское. Здесь достаточно интенсивно ухудшается сырьевая база обоих (Черемховского и Сафроновского) угольных разрезов (см. раздел 5).

Указанные участки и разрезы являются представительными базовыми объектами для решения актуальных проблем открытой разработки сложноструктурных угольных месторождений горизонтального и пологого залегания. Решение этих проблем рассматривается в последующих разделах.

1.3.

Методика формирования вариантов технологий разработки пологих сложноструктурных угольных месторождений.¹

Наиболее благоприятными производственными возможностями, низкими издержками, относительной экологической безопасностью характеризуются открытые разработки пологих угольных месторождений, преобладающие в Восточно-Сибирском и Дальневосточном регионах.

При сближенном залегании двух-трех почти горизонтальных пластов как правило принимаются технологические решения, экономический и экологический векторы которых практически совпадают. С самого начала на таких месторождениях сосредоточенной структуры применяются бестранспортные технологии и формируются внутренние отвалы. Транспортные технологии разработки горизонтальных месторождений (Павловские разрезы и др.) используются только на передовых уступах, а на пологопадающих месторождениях (Участок № 2 Тугнуйского разреза) внедряются на пятый-седьмой годы эксплуатации или позже. Ограничены зоны антропогенного воздействия на природную среду и сроки восстановления нарушенных земель.

Существенно усложняется выбор технологий разработки месторождений рассредоточенной структуры, представленных пологими угольными пластами, где мощность породных междупластий составляет 30–50 м и более (Лучегорский разрез, Участок № 1 Тугнуйского разреза и другие).

При этом горизонтальное расстояние между отдельными угольными пластами или группами сближенных пластов (угольными комплексами) достигает 150– 500 м и бо-

¹ Методика разработана совместно с докт. техн. наук И.М.Щадовым.

лее. Такие месторождения, в том числе каменноугольные, широко представлены в восточных регионах страны и за рубежом (например, уникальные Эльгинское месторождение в Якутии, Тавантолгойское месторождение в Монголии).

Верхние и средние угольные пласты, в большинстве случаев более мощные, имеют меньше породных прослоев и материнскую зольность. В настоящее время в проектах и на практике эти верхние пласты чаще всего раньше вовлекаются в разработку, а нижележащие пласты длительный период (5–10 лет и более) не отрабатываются. При таком варианте разработки на ряде разрезов широко применяются как экскаваторно-железнодорожные, так и экскаваторно-автомобильные комплексы оборудования не только на добычных, но и вскрышных работах. В больших масштабах используются внешнее отвалообразование. Техничко-экономические показатели разработки в этом случае не являются достаточно высокими, а экологические результаты в целом неблагоприятны.

Снижается антропогенное воздействие на окружающую среду и повышаются многие технико-экономические показатели при варианте порядка разработки свиты рассредоточенных угольных пластов начиная с нижнего:

- уже в первый период эксплуатации начинается отсыпка внутренних отвалов;
- резко сокращается срок рекультивации нарушенных земель;
- снижаются существенно объемы выбросов в атмосферу вредных веществ;
- уменьшаются расстояния транспортирования вскрышных пород.

Но режим как добычных, так и вскрышных работ (распределение во времени объемов добычи угля и его качества, объемов вскрыши), как правило, при этом варианте хуже, чем при варианте опережающей разработки верхних мощных и более качественных пластов при минимальных

объемах вскрышных работ, по крайней мере в первый период.

Эти факторы являются очень важными.

Как показывают расчеты, несмотря на значительно меньший ущерб по загрязнению окружающей среды и отчуждению природных ресурсов при втором варианте, он как по экономической, так и суммарной эколого-экономической прибыли в течение длительного периода (до тридцати лет и более) проигрывает первому варианту.

В то же время критерий "эколого-экономическая прибыль" нельзя признать достаточно удовлетворительным, так как, в первую очередь, весьма несовершенным является соизмерение экологических и экономических показателей. В настоящее время и на обозримую перспективу трудно ожидать больших сдвигов в решении проблемы соизмерения этих показателей в связи с их невысокой достоверностью, динамическим характером ущерба, недостаточной обоснованностью и расплывчатостью его удельных стоимостных коэффициентов, ростом себестоимости горных работ в настоящий период. Поэтому нецелесообразно при оценке технологий и их обосновании стремиться к приоритету заранее выбранных показателей, тем более, что все они не находятся на должном уровне, нуждаются в повышении.

Практический опыт, анализ проектных и научных решений свидетельствуют, что общим направлением формирования вариантов технологий открытой разработки является сохранение и по возможности улучшение качеств вариантов, которые имеют положительную оценку факторов, и снижение отрицательных качеств. Другими словами, необходимо при формировании вариантов одновременно и комплексно стремиться к повышению экономических, экологических и социальных их показателей.

Применительно к свите пологих угольных пластов различной структуры такими общими направлениями формирования являются:

- первоочередное ведение добычных работ на более угленасыщенных участках (с большей мощностью пластов и более высоким качеством угля);
- интенсивное формирование выработанного пространства по нижнему пласту с целью ускоренного внутреннего отвалообразования и увеличения его объемов;
- максимально возможное использование бестранспортной технологии;
- глубокий ввод железнодорожного транспорта с электрической тягой на карьерных полях большой протяженности.

Предлагаемая методика комплексного формирования технологий включает обоснования: эксплуатационных участков и технологических зон развития горных работ; мощности бестранспортной вскрыши и в целом рациональных параметров бестранспортных технологий; глубины ввода железнодорожного транспорта, вида тяги и руководящего уклона; мощности разреза по углю и календарного плана; транспортной схемы и схемы вскрытия.

Основные положения данной методики.

1. Выделяются геолого-эксплуатационные участки, отличающиеся структурой угольных пластов и их групп, степенью угленасыщенности, горно-геологическими условиями и основными горнотехническими параметрами.

2. Рассматриваются возможности реструктуризации угольных пластов и отдельных геолого-эксплуатационных участков, требуемые для этого технологии и устанавливается на основании предварительной оценки ее вероятная целесообразность.

3. При положительной оценке выполняется реструктуризация геолого-эксплуатационного участка месторождения с геолого-технологическо-экономическим обоснованием параметров кондиций.

4. Уточняются параметры геолого-эксплуатационных участков и выделяются добычные и вскрышные технологи-

ческие зоны. Последние дифференцируются в соответствии с применяемыми комплексами оборудования (бестранспортными и транспортными). При разработке сближенных угольных пластов выделяются одна-две добычные зоны и бестранспортная технологическая зона (основной вскрышной уступ), размеры которой определяются совместно с выбором рационального типа экскаваторно-отвального комплекса оборудования. При разработке свиты рассредоточенных пологих угольных пластов число технологических зон увеличивается, особенно это характерно для месторождений сосредоточенно-рассредоточенной структуры. Чаще всего две зоны (бестранспортная и транспортная) выделяются по нижнему междупластью и транспортные вскрышные зоны — над каждым вышележащим угольным пластом. Но возможно рассмотрение бестранспортных зон и над вышележащими пластами (см. раздел 4).

5. Выполняется геометрический анализ поля разреза. Целесообразно при этом использование математических моделей как месторождения, так и горных работ по технологическим зонам. Исходная геологическая информация при этом представлена первичными материалами: структурными колонками разведочных скважин, планом их расположения и поперечными геологическими разрезами. Подсчеты объемов вскрышных пород и угля, его качества по этапам, блокам и технологическим схемам с использованием ЭВМ позволяют быстро рассмотреть достаточно много вариантов порядка развития горных работ и отобрать группу предпочтительных вариантов для детального анализа.

6. Определяется общая структура базовой технологии на основании результатов предыдущего анализа и целенаправленных требований, основными из которых, как уже отмечалось, являются интенсивная отработка мощных малозольных угольных пластов, обеспечение возможности применения бестранспортных технологий вскрышных работ, отсыпки внутренних отвалов.