



УДК 622.271.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ РАЗРЕЗОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ

Ермолаев В.А., Селюков А.В.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева



Информация о статье

Поступила:
25 августа 2021 г.

Рецензирование:
06 октября 2021 г.

Принята к печати:
15 ноября 2021 г.

Ключевые слова:

открытые горные работы,
развитие горных работ,
промышленные запасы угля,
коэффициент вскрыши,
незавершенное производство,
степень доступности запасов,
проектирование карьеров

Аннотация.

При ведении на разрезах обязательной государственной отчетности о движении в процессе производства горных работ запасов угля отсутствует учет движения объемов горно-подготовительных вскрышных работ, закрывающих доступ к запасам, несмотря на значительные, определяющие экономику открытой угледобычи, затраты на их производство. Нет учета в привязке к дорабатываемым запасам оставшихся в границах работ объемов пород вскрыши всего и в том числе с не начатыми в приконтурных слоях горными подготовительными вскрышными работами и выполненными на верхних горизонтах частично. Неизвестны опережающие объемы работ по вскрыше на верхних горизонтах, не завершившиеся еще добычей угля, и т.д. В силу этого положения все существующие оценки положения горных работ, их возможностей по добыче угля при определенной производительности разреза по горной массе в значительной мере субъективны.

В данной статье представлен анализ имеющейся на разрезах АО УК «Кузбассразрезуголь» информации о положении горных работ и их развитии. Разработаны табличные формы учета, взаимно согласованного в пределах промежуточных контуров горных работ (технологического цикла производства добычи угля) движения промышленных запасов угля и объемов вскрышных пород, закрывающих доступ к запасам за отчетный период. Разработаны в табличном и графическом видах формы информации о положении горных работ на отчетный момент времени и аналитическая характеристика положения. Формы заполнены информацией с условным примером. Разработана методика для определения показателей развития горных работ разреза с учетом текущего положения работ.

Для цитирования: Ермолаев В.А., Селюков А.В. Разработка методики оценки состояния горных работ разрезов для определения их возможностей по добыче угля // Техника и технология горного дела. – 2021. – № 3 (14). – С. 4-49. – DOI: 10.26730/2618-7434-2021-3-4-49

Введение

Развитие современного горного производства конкурентоспособной продукции немислимо без углубленных в детали исследований по совершенствованию производственного процесса на карьерах. Еще в 2012 году вышел приказ Минфина РФ №143н «О введении в действие документов международных стандартов финансовой отчетности на территории РФ», приложение №1 которого «Затраты на вскрышные работы на этапе разрабатываемого открытым способом месторождения» обязывает составить реальную картину производственных процессов, происходящих на карьерах. Причиной особого внимания к открытому способу добычи полезных ископаемых является действующее на карьерах



искажение фундаментального экономического принципа временной определенности факторов хозяйственной деятельности предприятий. Этот принцип применяется при разделении результатов долговременных хозяйственных операций производства продукции (работ) по соответствующим отчетным периодам с корректировкой полученных доходов, расходов и обязательств. Допущение временной определенности факторов хозяйственной деятельности применяется при формировании организацией своей учетной политики и предусматривает, что факты хозяйственной деятельности относятся к тому отчетному периоду, в котором они имели место, независимо от фактического времени поступления или выплаты денежных средств, связанных с этими фактами. Суть искажения этого принципа на карьерах заключается в том, что для поддержания равномерной добычи в текущем периоде вскрышные работы подготавливают к выемке количество запасов существенно, часто кратно превышающее добычу периода, а списание практически всех выполняемых объемов текущей вскрыши и затрат производится на текущую добычу. Это ведет к искажению в сторону увеличения себестоимости текущей добычи, снижению прибыли и налога на прибыль, получаемого государством, доходов собственников и рыночной стоимости активов предприятия.

В результате упрощенного подхода в производстве текущего периода и его показателях не учитывается ранее выполненное опережение вскрышных работ для подготовки текущей добычи в объемном и затратном выражении, поскольку оно было отнесено на добычу ранее. В текущем периоде списывается опережающая вскрыша для повышения степени доступности запасов для добычи в будущем. Объемы опережающей вскрыши в составе вскрыши текущего периода, пополняющие выполненное ранее опережение, запасы для которых она выполнена и срок их предстоящей добычи не фиксированы. Существующее в натуре опережение вскрышных работ как актив вскрышной деятельности, наличие значительного количества запасов незавершенного производства и их состояние документально не оформляется, текущее состояние горных работ не имеет должной объемной, временной и стоимостной оценки. На карьерах, особенно угольной промышленности, вообще не предусмотрено наличие и не ведется учета движения вскрышных работ. Нет документальных данных об объемах опережения вскрышных работ на отчетный период, вскрыши выполненной и оставшейся в технических границах работ, сумма которых является определенной проектной величиной. В результате документального оформления текущее состояние горных работ не имеет. Реально существующая высокая и переменная с тенденцией роста длительность производственного цикла добычи обуславливает наличие значительного развивающегося незавершенного производства и переменного горизонта планирования.

Более глубокое изучение производственного процесса на карьерах необходимо осуществлять путем его дифференциации на составляющие элементы и рассмотрения взаимосвязей их между собой с учетом текущего изменения горно-геологических условий и времени выполнения работ. Это позволит составить реально признаваемую в широком межатраслевом разрезе картину проходящих процессов на предприятии.

Геометризацию геотехнологических условий работ на карьерах следует рассматривать как математическое моделирование, способствующее решению задач развития производственного процесса добычи карьера. Моделирование условий позволяет формализовать взаимодействие элементов процесса и выявить закономерности выполнения работ во времени и пространстве при подготовке и выемке запасов в динамике.

Важной экономической нормированной категорией производственного процесса карьера является производственный цикл выпуска партии продукции. Целью формирования производственного цикла партии запасов является обеспечение рациональной увязки взаимодействия всех элементов производственного процесса и упорядочение выполняемых работ во времени и в карьерном пространстве. Поэтому он заслуживает подробного рассмотрения и необходимо владеть методикой его определения и трактовки. На его основе рассматривают множество других показателей. С его помощью определяются сроки запуска новой партии запасов в производство. При этом необходимо учитывать объем работ и длительность добычи партии с учетом происходящего снижения степени доступности запасов.



С его использованием рассчитываются параметры незавершенного производства, опережения вскрышных и добычных работ в объемном и временном измерении.

Анализ информации о развитии горных работ по вскрыше и добыче угля на разрезах АО УК «Кузбассразрезуголь»

Карьеры Кузбасса разрабатывают сложноструктурные месторождения угля. Залежи представлены свитами пластов с различными часто невыдержанными параметрами мощности, строения, углов падения, пликтивных и дизъюнктивных нарушений и другими индивидуальными особенностями геометрии размещения пластов и разделяющих их междупластий пород вскрыши в недрах в плане, профиле и по простиранию. Разнообразны и рельеф земной поверхности, контуры границ полей и выработанного пространства карьеров в плане и в глубину, включая рабочие борта и их конструкции в случае необходимости временного или окончательного погашения на промежуточных стадиях разработки, обеспечивающих безопасность работ, величина запасов и объемов вскрышных работ в начале и на промежуточных стадиях. Горно-геологические условия в процессе разработки постепенно изменяются, что связано с исходными природными условиями, уровнем качества реализуемых планов производства, подготовки персонала.

Состояние горных работ на разрезах зависит от исходных горно-геологических условий их ведения и формируется вскрытием, применяемой системой разработки, направлением и скоростью изменения параметров рабочей зоны и, в конечном итоге, предопределяет эффективность разработки месторождения. В результате выполнения текущих объемов горных работ за некоторый период по вскрыше и добыче во времени и пространстве по отдельным направлениям контуры и объемы выработанного пространства карьера увеличиваются, а контуры оставшихся пород вскрыши и угля в границах горного отвода разреза уменьшаются, изменяют конфигурацию рабочего борта карьера в плане и профиле. В результате рабочий борт карьера по фронту работ на отдельных его участках к окончанию периода может изменять в определенном пределе генеральный угол своего откоса и форму в поперечном сечении, приобретающую выпуклый, прямолинейный, или вогнутый, ломаный виды.

Это возможное разнообразие углов и форм откоса борта карьера, его пересечений тел полезного ископаемого, разделяющих и покрывающих тела пород вскрыши с выработанным пространством, глубинное строение залежей серьезно усложняет однозначную качественную и количественную характеристику горно-геологических условий горных работ в результате происходящих за периоды разработки их изменений. В настоящее время важнейшим условием нормальной деятельности горного предприятия по готовности к продолжению промышленного освоения недр считается наличие по горно-геологическим условиям в составе промышленных запасов месторождения достаточного количества запасов полезных ископаемых разных видов - вскрытых, подготовленных и готовых к выемке.

В.А. Букринский считает, что своевременно оценивать текущее состояние горно-геологических условий горных работ позволяет наличие нормативов технологических резервов запасов по степени их подготовленности к добыче [1]. Он отмечает, что недостаток, например, готовых к выемке запасов нарушает ритмичность работы горного предприятия, снижает производительность горного оборудования. Наоборот, при избытке этой категории запасов происходит замораживание средств, увеличение оборотных фондов предприятия, замедление их оборачиваемости. Следовательно, для каждого горнодобывающего предприятия должны быть установлены определенные нормативы, служащие критерием правильного планирования горных работ. Нормативы должны обеспечивать минимальные объемы горно-капитальных, горно-подготовительных работ и, возможно, более поздние сроки их осуществления, т.е. соответствовать принципу максимальной экономии трудовых и материальных затрат.

Следует отметить отсутствие единого понимания в отнесении запасов к определенному виду и последовательности повышения их степени готовности к выемке и у ведущих ученых - исследователей. А.И. Арсентьев [2], Я.М. Адигамов [3] и К.Н. Трубецкой [4] считают повышение степени готовности запасов полезного ископаемого для выемки по мере перехода



балансовых запасов во вскрытые и далее в подготовленные и готовые к выемке. В. В. Ржевский [5] называет вскрытыми запасами часть подготовленных, к которым обеспечен транспортный доступ, а готовыми к выемке - часть вскрытых. В то же время нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с открытым способом разработки, угольных и сланцевых разрезов регламентируют нормирование, учет состояния и движения только подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых. В угольной промышленности при применении транспортной технологии готовых к выемке запасов должно хватать на 3 месяца, при бестранспортной - на 0,5 мес. На карьерах черной металлургии при транспортной технологии - на 2,5 мес. На карьерах цветной металлургии существуют временные нормативы вскрытых запасов $4,5 \div 7$ мес., подготовленных $2 \div 3$ мес. и готовых к выемке $1 \div 1,5$ мес. В то же время К.Н. Трубецкой отмечает, что величина готовых к выемке запасов до настоящего времени серьезно не обоснована и обычно принимается неодинаковой в различных отраслях. Так, для железорудных карьеров обычно рекомендуют резерв 0,33 года, для карьеров цветной металлургии - 0,5 года. Величина также зависит от контрактных обязательств предприятия [4].

Прежде всего, анализируя горно-геологические условия работ необходимо отметить, что на отчетный момент времени подготовленные и их часть готовые к выемке запасы в угольной промышленности составляют лишь незначительную долю всех промышленных запасов разрезов и, таким образом, готовность основных объемов промышленных запасов к выемке, степень освоения их этим делением не охватывается. Например, при сроке работы разрезов более 25 лет даже при нормативном сроке обеспечения подготовленными запасами в 3 месяца их ротация за год произойдет 4 раза и более 100 раз за срок работы разреза. Текущая величина этих запасов составит в промышленных менее 1%. Изменение состояния оставшихся 99% запасов по степени подготовленности к выемке остается за рамками классификации. Не учитываются при этом выполненные за период для повышения на будущее их готовности значительные объемы опережающих работ по вскрыше. Более того на отчетный момент времени готовых и подготовленных к выемке запасов угля на разрезах может не быть совершенно, а иметься в результате выполнения в предшествующие периоды опережающих вскрышных работ в значительном количестве запасы перекрытые оставшимися вскрышными породами мощностью несколько более минимально необходимой для зачистки (до 1,5 м), которые в этом случае подготовленными к выемке согласно этим инструкциям не относятся. Например, в крупнейшей угледобывающей компании РФ – АО «УК Кузбассразрезуголь» – при разработке разрезами 12 крупных полей отчетные данные о незначительном количестве подготовленных и готовых к выемке запасах за последние 3 года присутствуют только в 2-3 случаях. В остальных случаях в соответствующих графах стоят прочерки. Если наличие некоторого объема готовых и подготовленных для выемки запасов позволяет оценивать текущее состояние горно-геологических условий горных работ, то как оценить состояние условий, когда в соответствующих графах стоят прочерки, а данных об остатках вскрыши в границах нет? В то же время успешная работа всех карьеров компании в целом обеспечивается при наличии подготовленных к выемке запасов в среднем на 1,5 суток и готовых к выемке на 0,6 суток. Просто у карьеров компании имеется в текущем периоде достаточное количество запасов, перекрытых остатками вскрышных пород мощностью несколько, а иногда значительно, большей для признания их подготовленными для добычи – 1,5 м. При современной технике и технологии работ временной разрыв между удалением даже значительных остатков пород вскрыши и добычей получаемых при этом в текущем периоде готовых к выемке запасов сводится до минимума. В этом проявляется современная сущность концентрации и интенсификации горных работ, сокращения длительности производственного цикла добычи. Наличие же запасов по рекомендациям и нормативам, кроме отрицательных чисто экономических последствий ведет к консервации части фронта, деконцентрации горных работ, увеличивает текущие объемы вскрышных работ и их опережение.

Разработка методики оценки состояния горных работ предусматривает:

- разработку форм учета движения горных работ по вскрыше и добыче угля в общих контурах во взаимной увязке вскрыша/добыча во времени и карьерном пространстве;



- создание аналитической модели количественной характеристики положения горных работ по вскрышке и добыче в результате их движения за календарный период;
- разработку системы оценочных показателей, коэффициентов и методики их определения позволяющих сравнивать положение горных работ и возможности их развития на разрезах с разной геологией, технологией работ, стадией разработки или на одном разрезе в разное время;
- разработать рекомендаций для планирования работ;
- выполнение примеров расчета возможностей разреза по добыче угля с учетом перечисленного выше.

Для анализа объема, структуры и вида имеющейся информации о состоянии горных работ по добыче угля на разрезах АО «УК Кузбассразрезуголь» необходимо использовать общеизвестные основные понятия любой технологии производства товарной продукции (изделий, работ, услуг) любых предприятий. Основными такими понятиями являются понятия завершенного и незавершенного производства, технологического цикла производства.

При анализе имеющейся на разрезах информации о развитии горных работ по вскрышке и добыче угля целесообразно применить принцип временной определенности учетной практики. Этот принцип применяется при разделении результатов долговременных хозяйственных операции производства продукции (работ) по соответствующим отчетным периодам с корректировкой полученных доходов, расходов и обязательств. Такие разделения и корректировки для установления временной определенности фактов хозяйственной деятельности (принципа начисления) производятся организациями в соответствии с требованиями бухгалтерского учета и отчетности.

Допущение временной определенности фактов хозяйственной деятельности применяется при формировании организацией своей учетной политики и предусматривает, что факты хозяйственной деятельности относятся к тому отчетному периоду, в котором они имели место, независимо от фактического времени поступления или выплаты денежных средств, связанных с этими фактами.

Применение данного допущения (принципа) производится:

- по стадиям хозяйственной деятельности – при формировании производственной себестоимости продукции (работ, услуг), при продаже продукции (работ, услуг), при формировании и распределении финансового результата;
- для целей бухгалтерской отчетности.

По стадиям хозяйственной деятельности данное допущение (принцип) применяется в отношении доходов и расходов, правила отражения которых в бухгалтерском учете установлены в положениях по бухгалтерскому учету («Доходы организации» и «Расходы организации»).

При формировании производственной себестоимости продукции (работ, услуг) применение данного допущения (принципа) распространяется и на расходы будущих периодов. В данном случае к указанным расходам относятся затраты, произведенные организацией в прошлые отчетные периоды, но относящиеся к данному отчетному периоду. Затраты, произведенные организацией в отчетном периоде, но относящиеся к следующим отчетным периодам, отражаются в бухгалтерском балансе в соответствии с условиями признания активов, установленными соответствующими нормативными правовыми актами по бухучету, и подлежат списанию в порядке, установленном для списания активов данного вида. К расходам будущих периодов, в частности, относятся расходы, связанные с горно-подготовительными (на разрезах – вскрышными) работами, а также с подготовительными работами в сезонных отраслях промышленности и другие расходы. При этом в бухгалтерском учете делаются записи: «Основное производство» и «Расходы будущих периодов».

При высокой длительности производственного цикла изготовления товарной продукции реализация принципа временной определенности фактов хозяйственной деятельности (принципа начисления) в сопоставлении с длительностью плановых периодов начиная с минимального и более (месяц, квартал, год, пятилетка) приводит к образованию на предприятиях в эти периоды незавершенного и завершеного производства. Незавершенное производство – это продукция (работы), не прошедшая всех стадий (фаз, переделов)



изготовления, предусмотренных технологическим процессом, а также изделия не укомплектованные, не прошедшие испытания и технической приемки. Соответственно завершённое производство заканчивается изготовленной, укомплектованной, испытанной, принятой по качеству и количеству товарной продукцией, готовой для реализации потребителям.

Изложенные выше общеизвестные нормативно-методологические и теоретические положения технологии любого производства в привязке к технологии добычи угля открытым способом, объясняющие процесс образование завершённого и незавершённого производства в разрезе в наиболее простых случаях, представлены на рис. 1 и 2.

Если производство по добыче угля в части выполнения горно-подготовительных (вскрышных) работ и очистных (добычных) работ на конец планового (отчетного) периода (например месяца, года) завершено без какого либо опережения забоя по добыче угля забоем по вскрыше по фронту работ (рис.1), то такое производство добычи угля необходимо за период относить к завершённым.

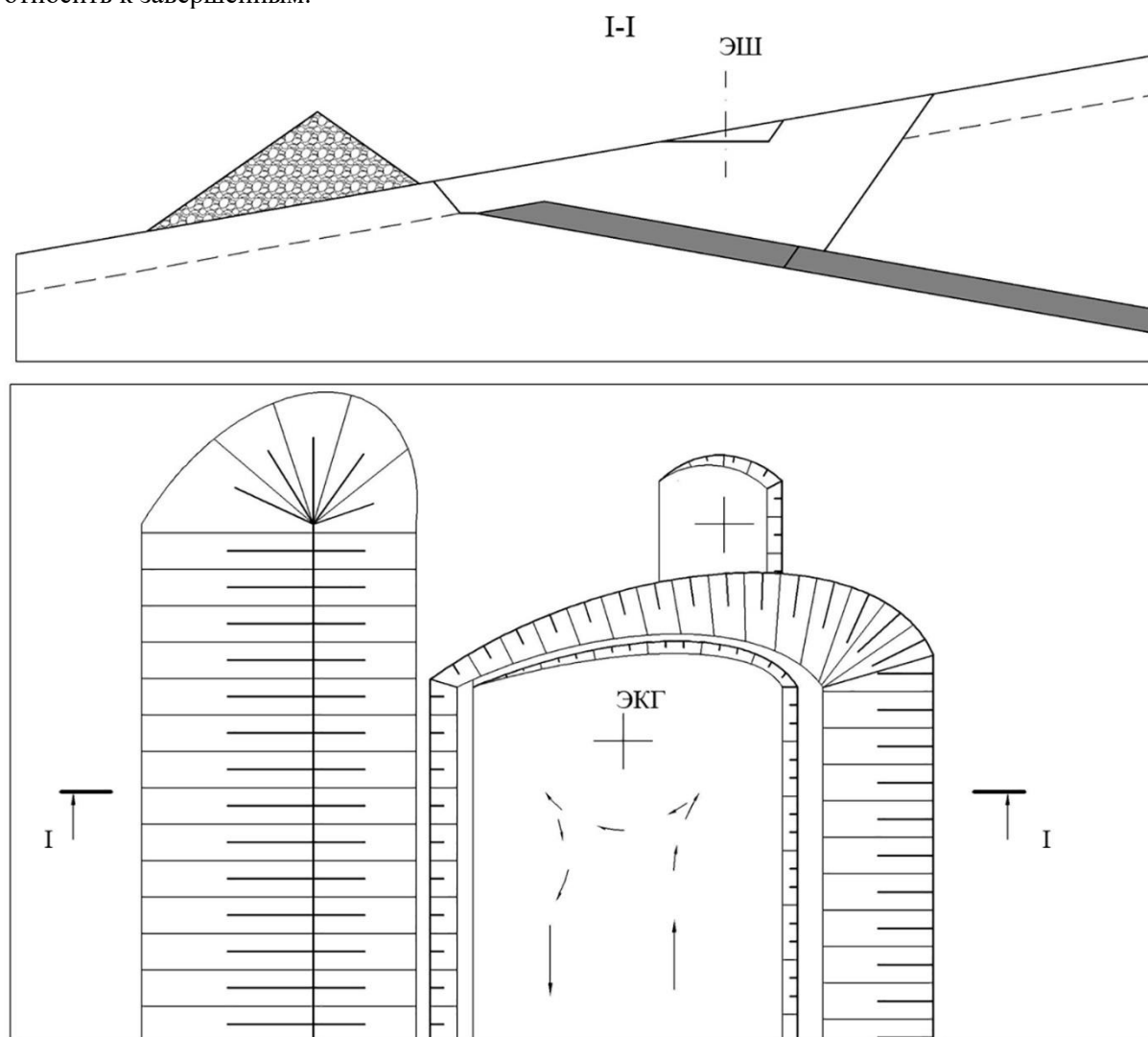


Рис. 1. Простейшая технологическая схема реализации завершённого производства добычи угля за плановый (отчетный) период (план с положением горных работ на конец периода – месяц, квартал, год).

Fig. 1. The simplest technological scheme for the implementation of the completed production of coal mining for the planned (reporting) period (a plan with the position of mining operations at the end of the period - month, quarter, year).

Согласно рис. 2 могут быть следующие варианты:

- если на конец месяца положение горных работ (выработок) ограничивается контуром ABCDEE, то в части этого контура ABDC производство по добыче угля – завершенное, а в части контура CDEF необходимо считать незавершенным, выполненным частично в контуре CEE и не выполненным в контуре CDEF и в целом незавершенным;
- если на конец года положение работ ограничивается контуром ABEF в плане и профиле, то такое производство добычи угля необходимо за этот период относить к завершенным;
- если на конец года положение работ ограничивается контуром AGGEBF в плане и профиле, то такое производство добычи угля необходимо за этот период относить в целом к незавершенным (завершенным в контуре AEBF и незавершенным в контуре EGFH).

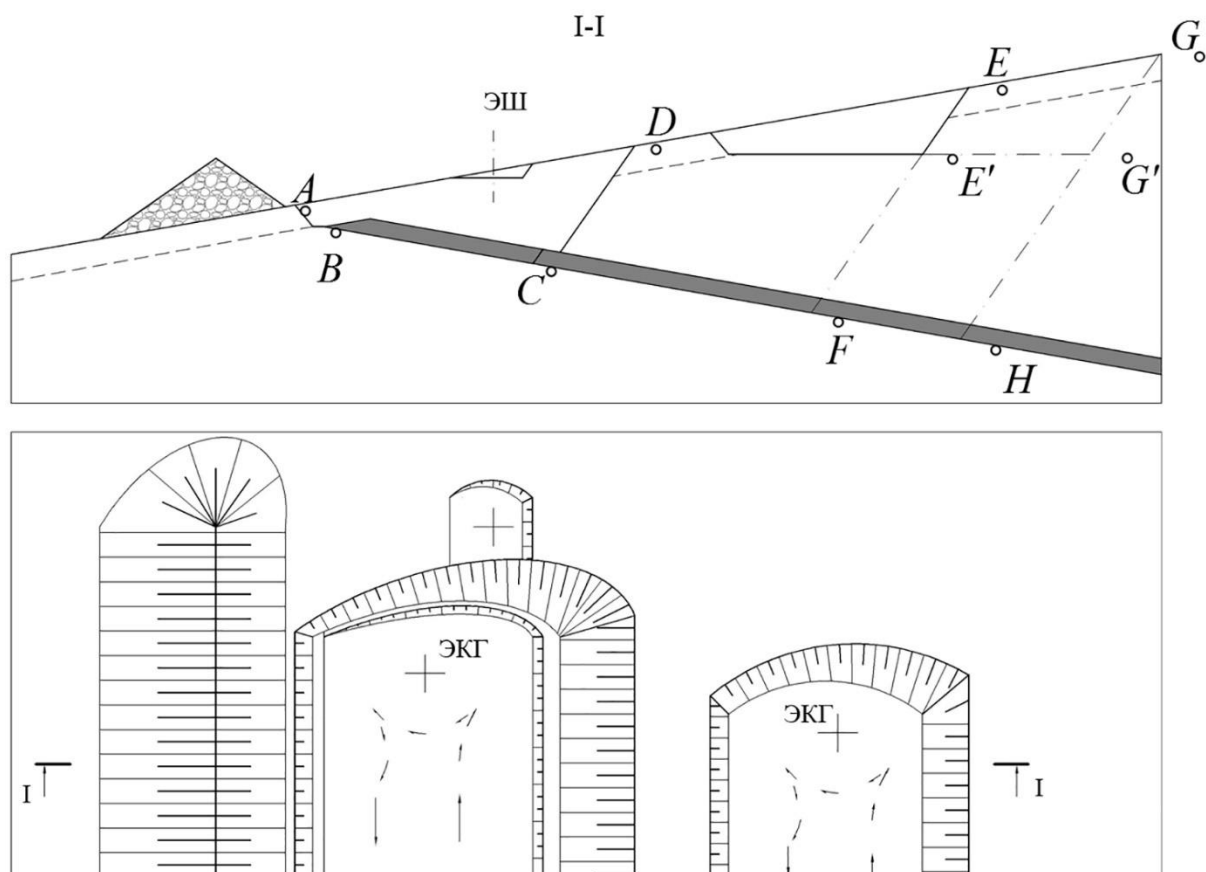


Рис.2. Простейшая технологическая схема реализации частично завершенного производства (в части ABCD) и частично незавершенного производства (в части CDEF) за плановый (отчетный) период (план с положением горных работ на конец периода – месяц, квартал, год)
 Fig.2. The simplest technological scheme for the implementation of partially completed production (in part ABCD) and partially unfinished production (in part CDEF) for the planned (reporting) period (plan with the position of mining operations at the end of the period - month, quarter, year)

Как видно из приведенных примеров, можно предположить, что деление производства на завершенное и незавершенное в отчетном периоде зависит от его длительности, горно-геологических условий разработки, объемов работ по горной массе и ее структуры (добыча + вскрыша). Незавершенное производство за месяц может стать завершенным за год или остаться незавершенным. С этих отправных положений ниже рассматривается структура имеющейся на разрезах регулярной информации о развитии горных работ.

Состояние горных работ на разрезах зависит от горно-геологических условий их ведения и предопределяется вскрытием, применяемой системой разработки, направлением и скоростью



изменения параметров рабочей зоны и в конечном итоге предопределяет эффективность разработки месторождения. В результате выполнения текущих объемов горных работ во времени и пространстве контуры и объемы выработанного пространства увеличиваются, а оставшиеся объемы вскрыши и угля в границах горного отвода разреза уменьшаются.

Принципиально важным при оценке состояния горных работ на разрезах в настоящее время является то обстоятельство (рис. 3), что выполнение текущих объемов работ по вскрыше V_i и добыче D_i в календарном периоде t_i ведется слоями с границами слоев под углами наклона рабочего борта (в текущем слое), а доступ к промышленным запасам угля D_i и D_j для их добычи обеспечивается при удалении, соответственно, вышележащих пород вскрыши в общих с объемами добычи приконтурных слоях V_i и V_j с границами слоев под углами погашения борта за несколько таких календарных периодов [6]. При этом границы приконтурных и текущих слоев (углы бортов разреза) при перемещении за время t_i и t_j могут, но не обязательно должны перемещаться параллельно. Изменение угла откоса рабочего борта разреза определяется планами развития горных работ по вскрыше и добыче угля (размещением объемов вскрышных работ и добычи угля по горизонтам рабочего борта разреза) на текущий период - текущего производства, а изменение угла погашения борта разреза связано с увеличением глубины работ, перемещением контура погашения работ в новое положение и возможными изменениями свойств пород борта влияющих на параметры его устойчивости. Общим при удалении частей вскрышных пород $\Delta V_i, t_i$ и $\Delta V_j, t_j$ текущего слоя V_i является время производства, плановый период, а цели – выполнение горно-подготовительных вскрышных работ для добычи угля в объемах D_i и D_j в периоды t_i и t_j соответственно разные. А при удалении частей вскрышных пород $\Delta V_j, t_i$ и $\Delta V_j, t_j$ общей целью является выполнение горно-подготовительных вскрышных работ для добычи угля в объеме D_j , но время их производства, плановые периоды t_i и t_j и принадлежность текущим слоям вскрыши V_i и V_j соответственно разные.

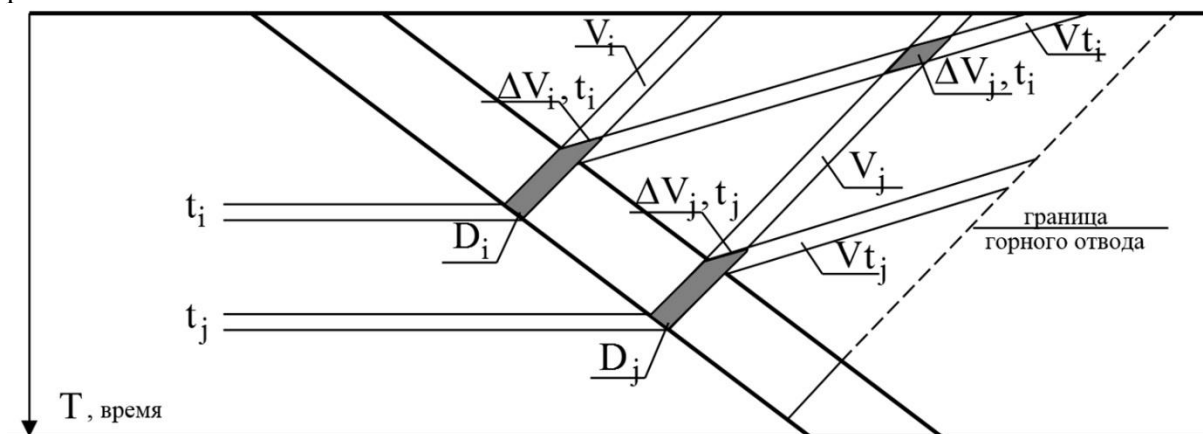


Рис. 3. Схема к пояснению разных и общих целей и времени выполнения объемов работ по вскрыше и добыче угля в приконтурных и текущих слоях разреза

Fig. 3. A diagram to explain the different and common goals and time of completion of the volumes of work on stripping and mining of coal in the contiguous and current layers of the section

Только выполнение вскрышных работ в приконтурном слое является минимально необходимым и достаточным условием обеспечения доступа к цели – запасам угля этого слоя – и не зависит по существу от техники и технологии их производства. Поэтому только последовательное выполнение всех горно-подготовительных вскрышных и добычных работ в приконтурном слое разреза является завершенным технологическим циклом производства горных работ по добыче угля. Выполнение же объемов вскрышных работ текущего слоя является в основном следствием определенного уровня развития, состояния на данный период техники и технологии производства, уровня планирования их возможностей, не в полной мере соответствующих горно-геологическим условиям горных работ. Эти современные возможности просто растягивают во времени на несколько календарных периодов (месяц, квартал, год,



пятилетка) полную реализацию завершенного технологического цикла производства вскрышных работ и добычи угля в границах приконтурного слоя на разрезе. При этом выполнение только части объема ΔV_i , t_i вскрышных пород приконтурного V_i и текущего V_{ti} слоев вскрыши производится одновременно с добычей D_i в календарном периоде t_i и завершает технологический цикл производства горных работ по вскрыше и добыче угля в приконтурном слое i . Удаление части объема вскрышных пород приконтурного слоя i в объеме $V_i - \Delta V_i$, t_i , которое обеспечило возможность продолжения работ по вскрыше и добыче угля в календарном периоде t_i , производилось в предшествующие t_i периоды. Удаление этой части объемов вышележащих текущих слоев пород вскрыши не обеспечило завершение работ по вскрыше и добыче угля в соответствующих вышележащих приконтурных слоях.

Эти объемы являются частями незавершенного производства горных работ по вскрыше и добыче угля предшествующих t_i календарных периодов. В это же время в период t_i удаление части объема вскрышных пород текущего слоя в объеме $V_{ti} - \Delta V_i$, t_i не завершается добычей угля и увеличивает, например, на величину ΔV_j , t_j объем незавершенного производства приконтурного слоя j по вскрыше и добыче угля в объеме D_j в последующем периоде t_j .

Современный уровень развития техники и технологии горных работ, сложные горно-геологические условия производства горных работ (высокие коэффициенты вскрыши, наклонное и крутое падение пластов) пока делает необходимым начинать производство вскрышных работ в приконтурном слое разреза задолго до выемки угля. Время начала вскрышных работ от земной поверхности и добычи угля в приконтурном слое иногда разделяют несколько десятилетий. Особенно значительно этот временной разрыв проявляется при разработке пластов наклонного и крутого падения с применением углубочных продольных систем разработки. Но со временем, при поступлении комплексов оборудования большой единичной мощности, высокой производительности, совершенствовании технологии горных работ, систем разработки этот временной разрыв должен сокращаться. Увеличивается высота разрабатываемых уступов, отпадает необходимость в поддержании части рабочих площадок и протяженного фронта горных работ, углы откоса рабочих бортов разрезов становятся круче и приближаются к значению угла погашения, а значение коэффициента вскрыши в текущем слое приближается к величине коэффициента вскрыши в приконтурном слое. Эта тенденция соответствует общей тенденции любого производства сокращать продолжительность производственного цикла по выпуску товарной продукции – периода пребывания предметов труда (сырья, материалов) в производственном процессе с начала изготовления до выпуска готового продукта.

В настоящее время на разрезах Кузбасса по проектам и фактически повсеместно применяются продольные одно- и двухбортные углубочные и углубочно-сплошные системы разработки с высоким уровнем деконцентрации горных работ. На многих разрезах работы по вскрыше на верхних горизонтах достигли границ горного отвода уже несколько лет (десятилетий) назад, а до добычи угля в последнем приконтурном слое, примыкающем к границе работ у дна разреза, пройдут еще десятилетия.

Положение горных работ на разрезе на определенный момент времени как основание для качественного планирования их дальнейшего развития на предстоящий плановый период требует наличия соответствующей информации о распределении в недрах в границах горного отвода промышленных запасов угля и закрывающих доступ к ним объемах пород вскрыши в приконтурных слоях. Такая информация может быть получена в результате проведения горно-геометрического контурного анализа поля разреза на определенный момент времени (начало планового периода) или накопления на предприятии определенной достоверной регулярной статистики по объемам работ по добыче и вскрыше, выполненных с начала разработки или времени предшествующего анализа и оставшихся, соответственно в границах приконтурных слоев и горного отвода в целом.

Такая информация должна обеспечивать тесную целевую адресную связь вскрыши и добычи.

Любой объем работ по вскрыше, выполняемый в текущем плановом периоде на горизонте разреза в определенном приконтурном слое, должен сопровождаться информацией о времени и



объемах выполненных ранее, предшествующих и последующих незавершенных работ по вскрыше в этом же приконтурном слое, когда и в каком объеме в последующем будет производиться в этом слое добыча угля. Только при наличии такой развернутой, регулярной, закреплённой в геолого-маркшейдерских и бухгалтерских документах информации можно судить о состоянии горных работ и их возможностях. При отсутствии такой достоверной информации вскрышные работы, особенно на верхних горизонтах разрезов, оказываются часто не привязанными к конкретной добыче, безадресными. Необходимость их выполнения аргументируется в основном тем, что все равно они находятся в границе горного отвода и «когда-нибудь» пригодятся. Выполненные и списанные на добычу угля предыдущих периодов, они только увеличили себестоимость добычи, расчетные цены на продукцию предприятий, искусственно уменьшили величину финансовых средств в обороте, создали искусственно короткий срок их финансового оборота, реально не отражающий оборот материальных, энергетических, трудовых и иных технологических ресурсов в производстве. Эти незавершенные работы по вскрыше в объемах и затратах не отражаются в текущей технологической и финансово-экономической документации разрезов в результате досрочного списания и реализации схемы – выполнено, списано, забыто. Фактически они существуют в виде огромных неучтенных документально объемов и затрат на производство, т.е. это своеобразная «черная дыра» технологии и экономики открытых работ по добыче угля, в которую регулярно вкачиваются огромные ресурсы с неизвестными по объемам работами, сроками их дальнейшего производства и финансовыми результатами. В результате экономика разрезов реально не отражает технологию производства горных работ.

В настоящее время на разрезах АО УК «Кузбассразрезуголь» имеется обязательная регулярная государственная отчетность о движении запасов угля (рис. 4): сколько запасов угля было в границах работ на начало разработки ($D_1 + D_2$), отчетного периода D_2 , добыто за отчетный период и с начала работ D_1 ко времени t_1 , сколько потеряно, уточнено запасов по разным причинам, сколько осталось D_2 на начало следующего периода, до конца отработки.

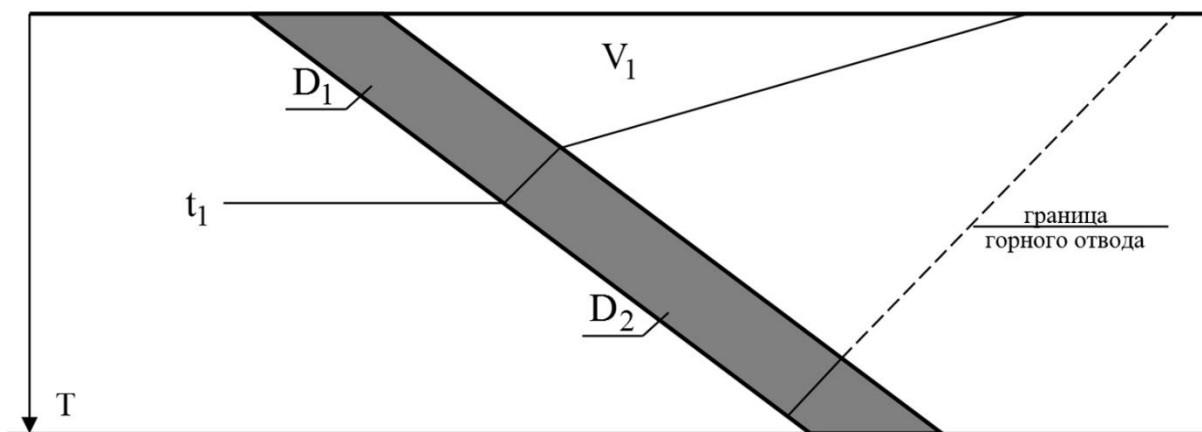


Рис. 4. Схема к пояснению объема имеющейся информации о состоянии горных работ на разрезах АО УК «Кузбассразрезуголь» (угольной промышленности) при планово-нормативной системе списания вскрышных работ на добычу угля в границах разработки месторождения

Fig. 4. Scheme to explain the amount of available information on the state of mining operations at the sections of JSC UK "Kuzbassrazrezugol" (coal industry) with a planned regulatory system for writing off stripping operations for coal mining within the boundaries of the field development

В то же время какой-либо даже внутренней регулярной отчетности производства о движении объемов вскрышных работ в целом, и особенно в приконтурных слоях в связи **вскрыша/уголь** на разрезах не существует, несмотря на то, что затраты на производство вскрышных работ более чем на 70% определяют общие затраты на добычу угля. По отчетным данным геолого-маркшейдерской службы известны лишь общие объемы V_1 выполненных текущих вскрышных работ за прошедшие календарные периоды. Эти объемы практически не



разделены на объемы работ по вскрыше, уже завершившиеся добычей угля (завершенного производства) в приконтурных слоях, и объемы вскрыши перспективные, незавершенного производства, которые являются только частью вскрышных работ в приконтурных слоях, будут продолжаться в неопределенных объемах в дальнейшем и обеспечат добычу в неопределенном по времени будущем в неопределенных объемах. В прошлом выполненные объемы вскрышных работ только по времени выполнения соотносятся как текущие с соответствующими объемами добычи угля и не связаны с добычей запасов угля, доступ к которым они перекрывали, находясь в общем приконтурном слое погашения горных работ. А в перспективе нет ответов на вопросы, какие объемы работ по вскрыше еще надо выполнить на этих направлениях, в этих приконтурных слоях; сколько будет подготовлено к добыче запасов угля и как процесс завершения начатых вскрышных работ в приконтурных слоях и добыча угля в них будут выглядеть во времени.

Анализ информации о развитии открытых горных работ в разных отраслях горнодобывающей промышленности

Главной причиной отсутствия информации об остаточных объемах вскрышных пород на разрезах является то, что ее наличие не предусматривается действующей в подотрасли открытых горных работ угольной промышленности системы списания затрат на вскрышные работы в **планово-нормативном** порядке. Эта система списания регламентируется «Инструкцией по планированию, учету и калькулированию себестоимости добычи и обогащения угля (сланца)», утвержденной Минтопэнерго РФ 25.12.1996 года [8]. Документ является отраслевым нормативно-правовым актом по бухучету и устанавливает порядок списания активов разного вида.

Согласно этому документу, при отсутствии готовых к выемке запасов угля производится списание практически всех текущих затрат периода на работы по вскрыше и объемов вскрыши на добытый уголь без каких-либо значительных ограничений. Коэффициент вскрыши (нормативный коэффициент погашения вскрыши) определяется на предстоящий плановый год в момент составления плана производства путем деления плановых объемов вскрыши (в м³) на объем подготавливаемых запасов (в тоннах) и **утверждается руководством разреза**. При изменении плановых объемов вскрыши и подготавливаемых запасов в прогнозируемом году производится соответствующая корректировка и нормативного коэффициента погашения вскрыши. В дальнейшем для каждого отчетного месяца утвержденный нормативный коэффициент погашения вскрыши умножается на количество добытого угля и определяется расчетный объем вскрышных работ. При реализации такого механизма списания не учитываются, и соответственно не нужны для планирования и списания затрат данные об остатках запасов угля, вскрыши, остаточном коэффициенте вскрыши, запасов в границах работ в целом и тем более в отдельных приконтурных слоях. При этом совершенно не важно, осталось ли запасов угля в недрах еще на 30 или 200 лет работы разреза или только на 5, какой для этих запасов остаточный коэффициент вскрыши – 3 или 10 м³/т. Если запланировано и выполнено 6 или 15 м³/т, то все эти объемы вскрыши, затраты на вскрышу списываются на добытый уголь отчетного периода. Не учитывается даже значение среднего эксплуатационного коэффициента вскрыши по проекту. Объем незавершенного производства ежемесячно по вскрышным работам учитывается лишь по очень незначительной разнице текущего фактического за месяц и нормативного для списания за год – планового коэффициента вскрыши, умноженной на объем добытого угля за месяц с соответствующим знаком. При такой системе списания затрат экономические показатели работы разрезов полностью зависят от уровня квалификации, ответственного отношения к планированию производства руководящих специалистов технологов. Экономика лишь считает результат. Если нужно заложить в планы значительные резервы оборудования и других текущих затрат на вскрышные работы для гарантированного выполнения плана добычи угля, то, как показывает ретроспективный анализ [7], плановый и фактический текущие коэффициенты вскрыши могут превышать остаточный средний для запасов в отдельные годы до 2,2 раз.



Таблица 1. Соотношение текущих и остаточных коэффициентов вскрыши на разрезах по данным [7]

Table 1. Ratio of current and residual stripping coefficients in sections according to [7]

| Разрезы* | Средний остаточный коэф. вскрыши $K_{ср}$, м ³ /т | Текущий плановый на год коэф. вскрыши K_t , м ³ /т | Соотношение $K_t/K_{ср}$ |
|-----------------|---|---|--------------------------|
| Кедровский | 5,8 | 10,2 | 1,8 |
| Моховский | 11,3 | 11,1 | 0,98 |
| Колмогоровский | 7,2 | 8,9 | 1,2 |
| Караканский | 2,6 | 3,5 | 1,3 |
| Бачатский | 3,1 | 6,9 | 2,2 |
| Краснобродский | 6,3 | 7,7 | 1,2 |
| Новосергеевский | 7,1 | 10,0 | 1,4 |
| им. Вахрушева | 8,1 | 8,8 | 1,1 |
| Талдинский | 3,4 | 5,2 | 1,5 |
| Ерунаковский | 4,8 | 3,8 | 0,8 |
| Листвянский | 8,9 | 10,5 | 1,2 |
| Калтанский | 7,4 | 10,0 | 1,4 |
| Осинниковский | 5,0 | 9,0 | 1,8 |

*по состоянию на 2021 год часть разрезов, представленных в таблице, объединена; например, «Талдинский» и «Ерунаковский» образовали филиал АО «УК «Кузбассразрезуголь» «Талдинский угольный разрез» и т.д.

Такая система списания позволяет в плановых периодах почти полностью избавляться в документах, а не фактически на горных работах, от объемов вскрыши, числящихся в остатках незавершенного производства и соответствующих затрат на их производство на счете «Расходы будущих периодов» и тем более накапливать их поскольку это ведет к увеличению средств в обороте. Система позволяет выполнять текущие объемы добычи угля с коэффициентом вскрыши значительно выше, без каких-либо существенных ограничений, относительно неизвестного среднего остаточного в результате чего может оказаться что к окончанию работ из разреза удалено вскрыши значительно больше того, что числилось в границах работ по проекту в целом. Этот недостаток проявляется и в проектных решениях предусматривающих на начальные периоды горных работ значительные превышения текущих коэффициентов вскрыши над средними и, тем более, остаточными. В современных рыночных условиях результатом реализации системы является:

- завышение себестоимости добычи угля в результате возможности преждевременного списания затрат на вскрышные работы для добычи угля в будущие периоды. Покупатели угля при этом вынужденно оплачивают и часть затрат на вскрышу для добычи угля предприятием в будущем;
- снижение рентабельности производства, доходов собственников, налогов государству;
- обесценивание бизнеса, поскольку огромные фактически выполненные объемы вскрышных работ на верхних горизонтах разрезов для задела на будущее как активы не имеют зафиксированной в документах должной объемной и стоимостной оценок.

Такой **планово-нормативный порядок** списания вскрышных работ на добычу угля на разрезах регламентировался и ранее Минуглепромом СССР в аналогичных документах 1974 и 1978 г.г.

На горнорудных предприятиях с открытым способом добычи железорудной, цветной металлургии [9, 10], горнохимического сырья действует принципиально отличающаяся от применяемой в угольной промышленности **нормативно-плановая** система списания затрат на вскрышные работы и объемов их погашения. Затраты и объемы работ по вскрыше при этой системе погашаются по коэффициенту вскрыши (нормативному коэффициенту погашения вскрыши), определяемому, например, в цветной металлургии (рис. 5):

– на момент начала эксплуатации – как частное от деления объема эксплуатационной вскрыши в проектном контуре карьера (m^3) на промышленные запасы руды (т) в контуре карьера;

– на некоторый год эксплуатации – как частное от деления суммы остатка непогашенной вскрыши (m^3) на начало года и остатка объема вскрыши в проектном контуре карьера на начало года на остаток промышленных запасов руды (т) в проектном контуре карьера на ту же дату. Для карьеров со сроком эксплуатации свыше 25 лет обязательным является выделение промежуточных этапов разработки не свыше 25 лет каждый, разделяемых промежуточными контурами погашения. Обязательным является увеличение среднего коэффициента вскрыши при каждом последующем этапе работ. Изложенный выше порядок погашения вскрыши применяется только в границах каждого этапа. Погашение вскрыши производится с таким расчетом, чтобы остаток непогашенной вскрыши и величина иммобилизованных оборотных средств на статье «Расходы будущих периодов» к концу отработки каждого этапа были равны нулю. Предусматривается в отдельных случаях возможность сокращения продолжительности отдельных этапов до 5 лет. Как следует из представленного порядка, при расчетах движения объемов вскрышных работ и запасов руды в этом случае используются все основные регулярно отслеживаемые по результатам работ за отчетные периоды данные о положении горных работ на карьере. При этом сама система учета движения текущих объемов вскрышных работ блокирует возможность искажения соответствующего маркшейдерского учета, поскольку сумма погашенной V_1 , непогашенной $V_{1,2}$ и оставшейся V_2 вскрыши всегда должна быть равна общей проектной в границах этапа работ (рис. 5). В методике нет указания о том, что нормативный коэффициент погашения вскрыши как в угольной промышленности «утверждается руководством предприятия» и «воля руководства» в этом случае минимизирована.

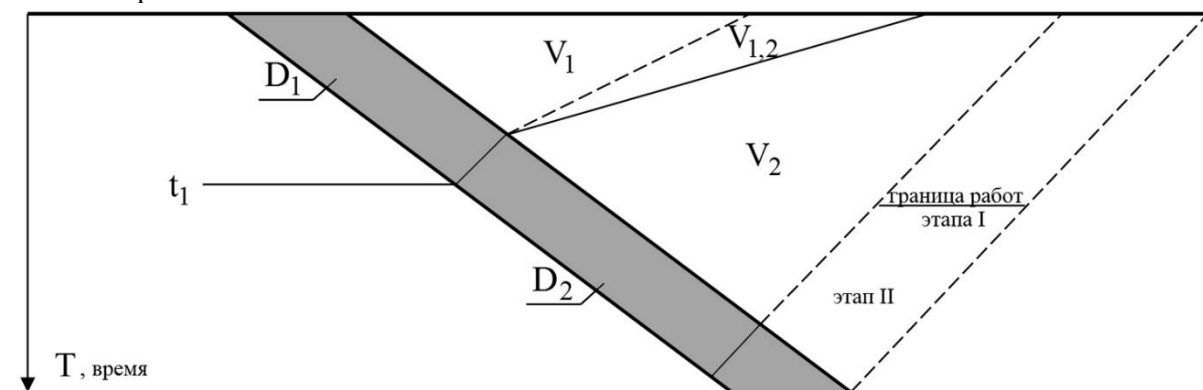


Рис. 5. Схема к пояснению объема имеющейся информации о состоянии горных работ на карьерах горнорудной промышленности при нормативно-плановой системе списания вскрышных работ на добычу руды в пределах этапа

Fig. 5. Scheme to explain the amount of available information on the state of mining operations in the quarries of the mining industry under the regulatory and planned system of writing off stripping operations for ore extraction within the stage

Нормативный коэффициент погашения вскрыши на планируемый год определяется при этой системе списания, исходя из суммы объемов остатка выполненной ранее но непогашенной вскрыши (незавершенного производства) на начало периода $V_{1,2}$ и фактического остатка объемов вскрыши в проектных границах этапа работ V_2 с учетом выполненных по



маркшейдерским замерам $V_1 + V_{1,2}$ с начала разработки деленной на остаток промышленных запасов полезного ископаемого в проектном контуре карьера D_2 на тот же период. Объем погашаемой вскрыши V_1 при этой системе получается умножением добычи D_1 на нормативный коэффициент погашения вскрыши. Эта методика также завышает объем погашенной вскрыши V_1 и занижает объем непогашенной вскрыши $V_{1,2}$ в начальный период горных работ, поскольку опирается на средний в границах работ коэффициент вскрыши, который бывает до 4 раз выше в конце работ по сравнению с началом. Граница этих объемов вскрыши V_1 и $V_{1,2}$ определяется расчетом, является условной и не соответствует положению реального контура погашения горных работ ко времени t_1 по горно-геологическим условиям горных работ. Коэффициент погашения вскрыши пересматривается по мере уточнения запасов в результате геологоразведочных работ, изменения кондиций для подсчета запасов и при изменении проектных контуров карьеров. Для карьеров со сроком работы свыше 25 лет работа по вскрыше за пределами временного контура погашения очередного этапа не допускается. Коэффициенты погашения вскрыши при переходе от предыдущего этапа к последующему должны в обязательном порядке возрастать. При этой системе списания объемы вскрышных работ и связанные с их выполнением затраты более равномерно распределяются на себестоимость добычи в течение всего срока разработки этапа и таким образом устраняется влияние колебаний текущего коэффициента вскрыши на себестоимость добычи. Возможные превышения текущего коэффициента вскрыши над остаточным ведут к формированию и накоплению непогашенной вскрыши, незавершенного производства, замораживанию средств в обороте. Эта система в более полной мере по сравнению с планово-нормативной отвечает требованию применения экономически обоснованного планирования, учета и калькулирования себестоимости добычи угля, поскольку опирается на систему технико-экономических норм и нормативов материальных, трудовых и денежных затрат с учетом среднего коэффициента вскрыши в границах этапа горных работ. Использование нормативно-плановой системы и предусмотренной для ее реализации информации позволяет более обоснованно по сравнению с угольной промышленностью судить о состоянии горных работ разрезов и их возможностях по добыче угля. Недостатком такой системы является усреднение условий горных работ за достаточно протяженный 25-летний период и неучет тем самым фактора значительного изменения горно-геологических условий добычи угля при увеличении глубины разработки. Как показывает анализ, значения коэффициента вскрыши в приконтурных слоях разрезов Кузбасса к концу отработки запасов увеличатся от 1,3 до 4,2 раз к начальному значению при среднем значении в 3 раза. Обеспеченность промышленными запасами угля при фактической добыче составляет при этом от 14 до более 100 лет.

Анализируя сказанное выше, можно сделать следующие промежуточные выводы.

1) Имеющаяся на разрезах информация о положении горных работ недостаточна для его анализа, не отражает реального положения дел на производстве и не обеспечивает полноценного качественного основания для планирования и производства горных работ.

2) Для устранения перечисленных недостатков существующей системы показателей состояния горных работ на разрезах применительно к горно-геологическим условиям горных работ АО УК «Кузбассразрезуголь» необходимо, приняв за основу нормативно-плановую систему горнорудной промышленности (рис. 5), дополнительно учитывать (рис. 6):

- разделение выполненных к моменту t_1 объемов вскрышных работ на завершенные V_1 и незавершенные $V_{1,2}$ и, соответственно, списанные и не списанные на себестоимость добычи угля D_1 производить, исходя из фактической границы погашения горных работ при достигнутой глубине разработки по горно-геологическим условиям работ;

- выделять, исходя из объема и положения фактических контуров непогашенной вскрыши, к моменту времени t_1 , достигнутой границы горных работ на поверхности непогашенной вскрышей $V_{1,2}$ величину остаточных объемов пород вскрыши $V_{2,2}$ и запасов угля D_2 в приконтурных слоях с незавершенным производством вскрышных работ и добычи, которые будут дорабатываться в будущем в периоды $t_1 \dots t_2$;



– выделять объемы приконтурных слоев до конца отработки с остатками промышленных запасов угля D_3 на период доработки после времени t_2 , где горно-подготовительные работы по вскрытию в общем объеме V_3 не начаты;

– необходимая перечисленная выше информация должна быть более подробной, развернуто отражающей положение работ на отдельных горизонтах разрезов;

– все перечисленные выше показатели необходимо отражать в проектах и регулярной плановой и исполнительной документации разрезов с учетом выделения в границах горного отвода промежуточных этапов (промежуточных контуров разработки для отдельных горизонтов разрезов) горных работ на срок не более 25 лет. Необходимо совмещать контуры выделяемых этапов со сроком действия лицензии на их разработку, поскольку выход горных работ даже по вскрытию за пределы промежуточных, временных контуров на верхних горизонтах разрезов по времени по существу является экономически необоснованным до момента переоформления лицензии на следующий срок недропользования.

3) При разработке и внедрении предполагаемой системы учета основных составляющих элементов положения горных работ на определенный момент времени (рис. 6), изменения их положения и объемов за календарный период в процессе выполнения текущих объемов горных работ (рис. 3) должно обеспечиваться адекватное отражение реально происходящих в производстве процессов на горно-графической, в табличной производственной документации и экономике производства. Такая система позволит менее субъективно оценить состояние горных работ на разрезах и рассчитать их возможности. При современном уровне компьютеризации производства поддержание системы не будет для предприятия обременительным.

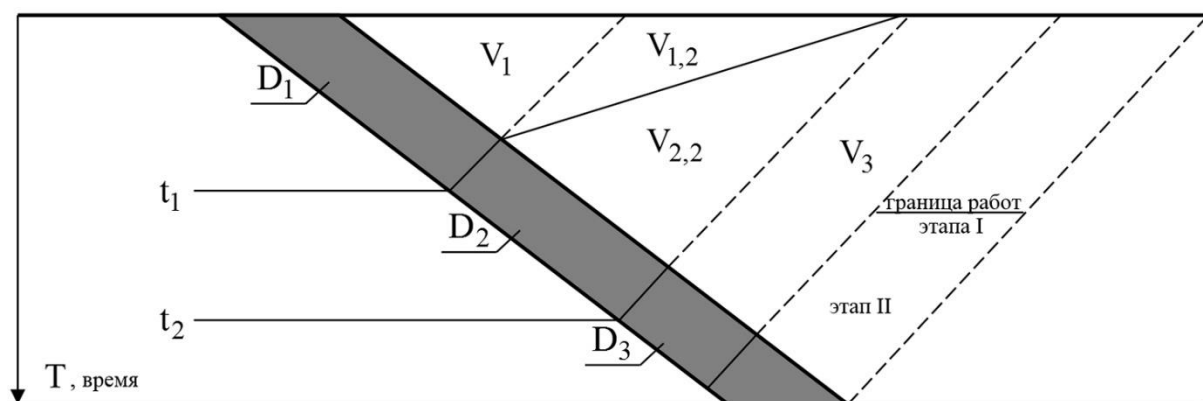


Рис. 6. Схема к пояснению объема необходимой информации о состоянии горных работ на разрезах угольной промышленности при поэтапной отработке и нормативно-плановой системе списания вскрышных работ на добычу угля каждого этапа

Fig. 6. A diagram to explain the amount of necessary information about the state of mining operations at the coal industry sections during phased development and the regulatory and planned system for writing off stripping operations for coal mining at each stage

Технологическое обоснование структуры необходимой информации для управления горными работами на разрезах

Технологическое обоснование структуры информации о состоянии горных работ разрезов требует наличия информации о распределении промышленных запасов угля разреза по степени готовности к выемке, распределению объемов незавершенного производства горных работ по вскрытию и добыче, о состоянии начатых технологических циклов производства угледобычи. В настоящее время первичный учет движения запасов угля на разрезах производится по «Инструкции...» [12], заменившей без принципиальных изменений ранее действующую «Отраслевую инструкцию...» [11]. Согласно этим документам, основными задачами учёта состояния и движения промышленных запасов угля в недрах являются:



- контроль обеспеченности разрезов балансовыми запасами угля, **установление количества промышленных запасов и распределение их по степени готовности к выемке;**
- установление в процессе эксплуатации месторождений изменений запасов в результате доразведки, переоценки (пересчета), изменения технических границ поля разреза, добычи, потерь при добыче, выявления некондиционных запасов и запасов, нецелесообразных для отработки по технико-экономическим причинам и т.п.;
- **систематизация материалов по запасам угля для планирования разведочных и горных работ,** строительства разрезов или их дальнейшего расширения и реконструкции.

По степени освоения в промышленных запасах на разрезах согласно инструкциям [11, 12, 13] выделяются следующие виды: вскрытые, подготовленные и готовые к выемке запасы.

Подсчёт запасов и учёт их движения по видам (балансовые, забалансовые, промышленные, вскрытые и т.п.) производятся на основе маркшейдерско-геологической документации (по маркшейдерским планам, по специальным планам подсчёта запасов и геологическим разрезам).

Вскрытыми запасами при открытом способе разработки является часть промышленных запасов, для разработки которой произведены все необходимые работы по вскрытию месторождения или его участков (пройденны капитальные траншеи или съезды, проведены работы по осушению запасов и т.п.) и не требуется проведения дополнительных капитальных горных выработок.

Подготовленными при открытом способе разработки являются все обнаженные от вскрышных пород вскрытые запасы, выемка которых возможна по принятой технологии с соблюдением ФНиП [14] как при добыче, так и формировании предельного положения угольных бортов (углов откоса, берм безопасности и других параметров). Эти запасы определяются в соответствии с рис. 7-12 согласно инструкциям [11, 12] в пределах массива, ограниченного:

- сверху – поверхностью пласта, обнаженной вскрышными работами от покрывающих пород, с допуском незначительного количества породы, оставшейся на уступах после вскрышных работ (0,5-3,0 м), зачистка которой не задерживает работы по добыче угля;
- с боков – плоскостями уступов, построенных от границ обнажённой поверхности угля в соответствии с углами откосов и площадками, предусмотренными проектом разработки или паспортом управления породными и угольными уступами;
- снизу – проектной глубиной разработки (в частном случае – почвой пласта) или дренажным горизонтом, или глубиной, при которой сходящиеся боковые плоскости уступов дают ширину дна траншеи, достаточную для данного способа ведения работ. Высота уступов для построения контура подготовленных запасов на нижележащих горизонтах принимается по проекту разработки или паспорту ведения горных работ.

Готовые к выемке запасы при открытом способе разработки – это часть подготовленных запасов, выемка которых возможна без нарушения технологического цикла вскрышных и добычных работ с соблюдением ФНиП [14] и обеспечением полноты выемки и качества угля (см. рис. 7-12).

Условные обозначения к рис. 7-12.

| | | | |
|---|-------------------------------|--|-----------------------------|
|  | техническая граница разреза |  | запасы, готовые к выемке |
|  | контур подготовленных запасов |  | породные навалы и прослойки |

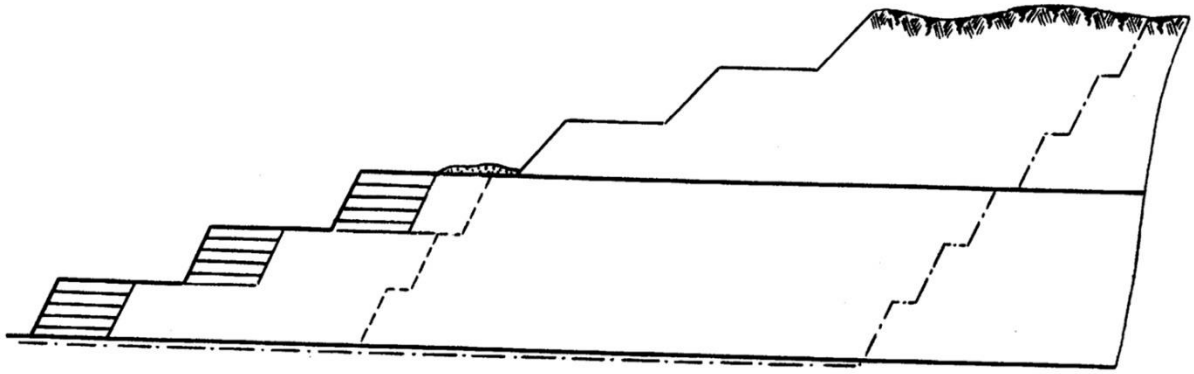


Рис. 7. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов при разработке горизонтального пласта [11, 12]

Fig. 7. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves during the development of a horizontal reservoir [11, 12]

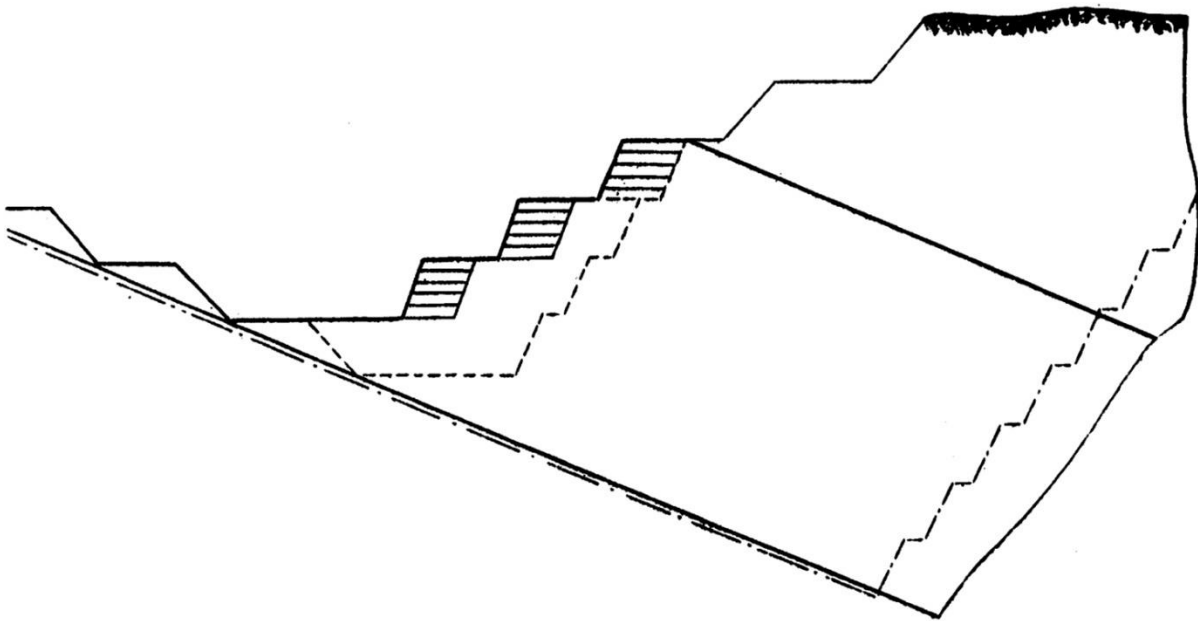


Рис. 8. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов при разработке наклонного пласта [11, 12]

Fig. 8. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves during the development of an inclined reservoir [11, 12]

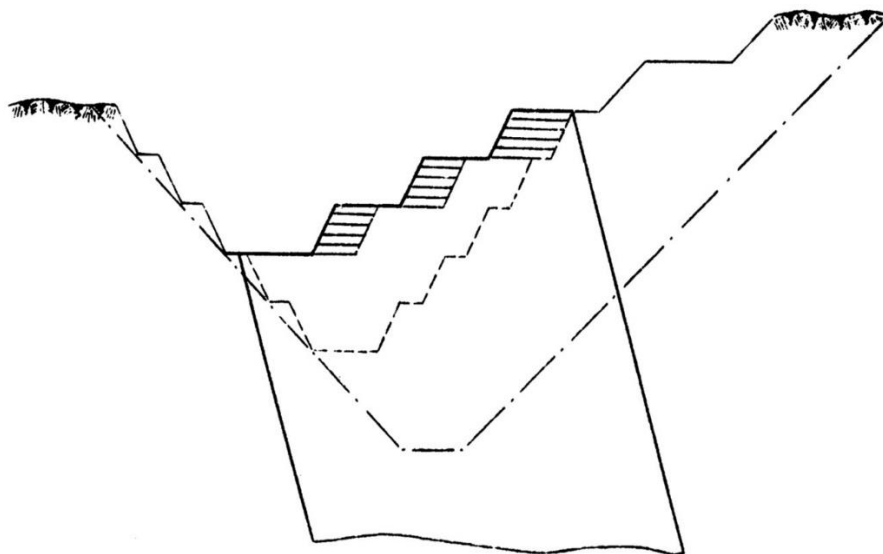


Рис. 9. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов при разработке крутого пласта [11, 12]

Fig. 9. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves during the development of a steep formation [11, 12]

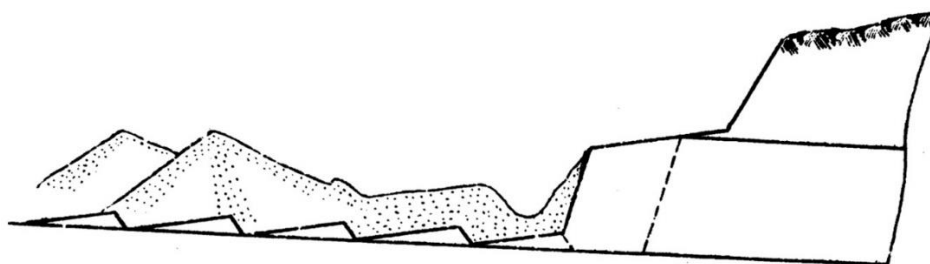


Рис. 10. Контуры подготовленных запасов при разработке пологого пласта (при системе разработки с перевалкой вскрышных пород) [11, 12]

Fig. 10. Contours of prepared reserves during the development of a shallow reservoir (with a system of development with transshipment of overburden rocks) [11, 12]

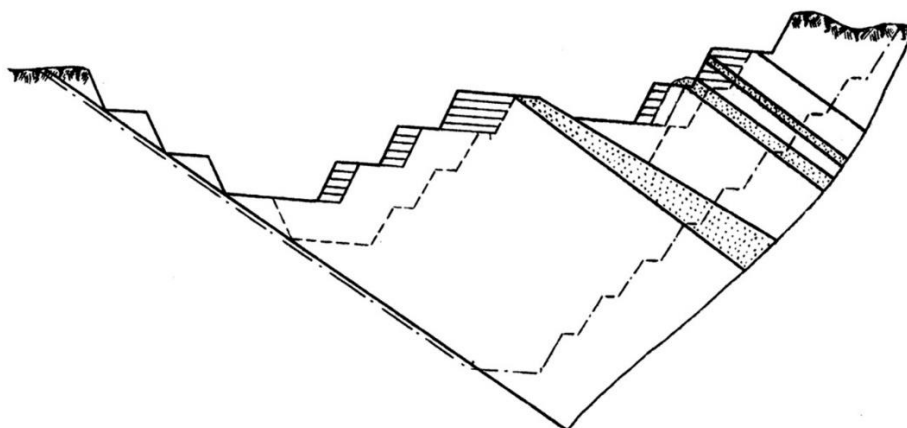


Рис. 11. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов при разработке наклонного пласта сложного строения [11, 12]

Fig. 11. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves in the development of an inclined reservoir of complex structure [11, 12]

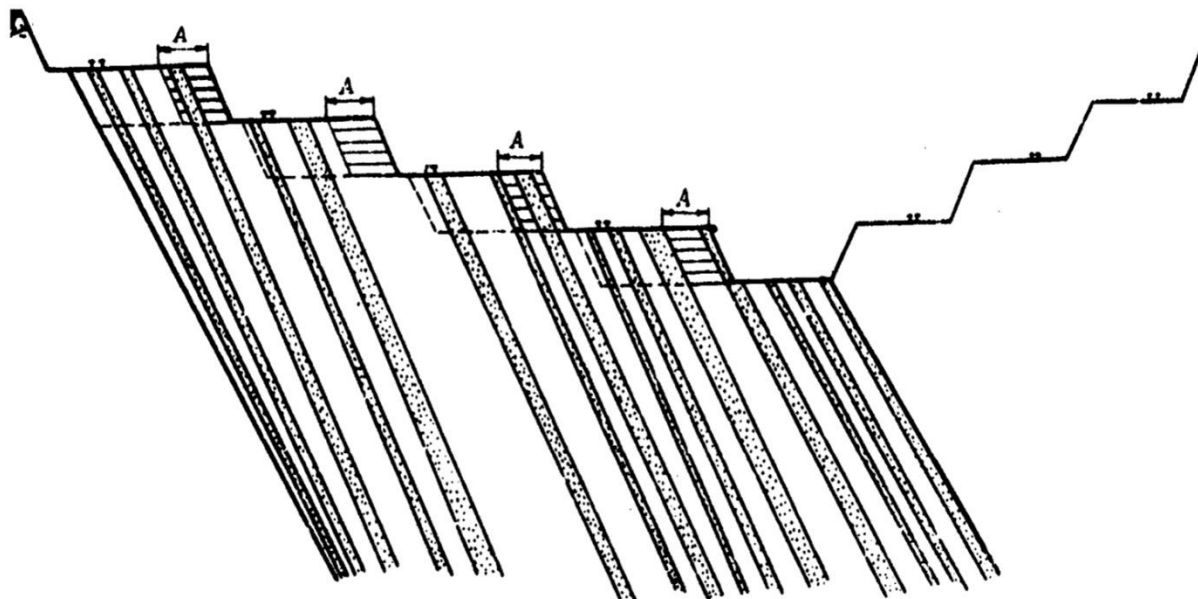


Рис. 12. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов [11, 12] незавершенного производства при разработке мощного крутопадающего пласта сложного строения с раздельной выемкой угля и породы: А – ширина экскаваторной заходки

Fig. 12. Contours of prepared and ready-to-excavate stocks [11, 12] of work-in-progress during the development of a powerful steep-falling formation of a complex structure with separate excavation of coal and rock: A - the width of the excavator approach

Представленное в инструкциях [11, 12] деление промышленных запасов по степени освоения (вскрытые, подготовленные, готовые к выемке запасы) для открытых горных работ далеко не в полной мере позволяет решать **основные задачи учета в части распределения промышленных запасов по степени готовности к выемке и систематизации материалов по запасам для планирования горных работ**. Прежде всего подготовленные и их часть готовые к выемке запасы составляют лишь незначительную долю всех промышленных запасов разреза и, таким образом, готовность основных объемов промышленных запасов к выемке и степень освоения их этим делением не охватывается. Более того, на отчетный момент времени готовых и подготовленных к выемке запасов угля на разрезах может не быть совершенно, а иметься в значительном количестве запасы, перекрытые оставшимися вскрышными породами мощностью несколько более 3 м, которые подготовленными к выемке согласно этим инструкциям не относятся. Эта классификация не охватывает все промышленные запасы угля по степени готовности к выемке поскольку подавляющая их часть, практически все промышленные запасы разрезов остаются за рамками классификации. Оно не предусматривает в увязке с движением запасов какого-либо учета опережающего движения объемов горно-подготовительных (вскрышных) работ закрывающих доступ к основным объемам промышленных запасов для которых ведутся вскрышные работы. Подготовленные и готовые к выемке запасы – это запасы для которых горно-подготовительные работы по вышележащей вскрыше выполнены в практически полном объеме. Степень их готовности к добыче всегда близка к ста процентам или единице, поскольку перекрывающая доступ к ним контурная вскрыша, составляющая основную по объему часть горной массы разреза, уже удалена и остается только завершить добычу. Таким образом инструктивные документы не решают стоящих перед ними задач в части характеристики распределения промышленных запасов угля по степени готовности к выемке.

Степень освоения запасов на разрезах должна учитывать и движение работ по удалению покрывающих эти запасы пород вскрыши, контурной горной массы (вскрыша + добыча) в



целом, характеризовать по степени освоения все промышленные запасы разреза в его технических границах.

Планирование же горных работ по добыче без планирования работ по вскрытию вообще лишено смысла. На рис. 13-16 представлены варианты нахождения промышленных запасов с разной степенью освоения от освобожденных от вскрытия (подготовленных и готовых к выемке) до запасов с не начатыми горно-подготовительными вскрышными работами.

Условные обозначения к рис. 13-16

| | | | |
|---|----------------------------------|--|-----------------------------|
|  | техническая граница разреза |  | запасы, готовые к выемке |
|  | контур подготовленных запасов | | |

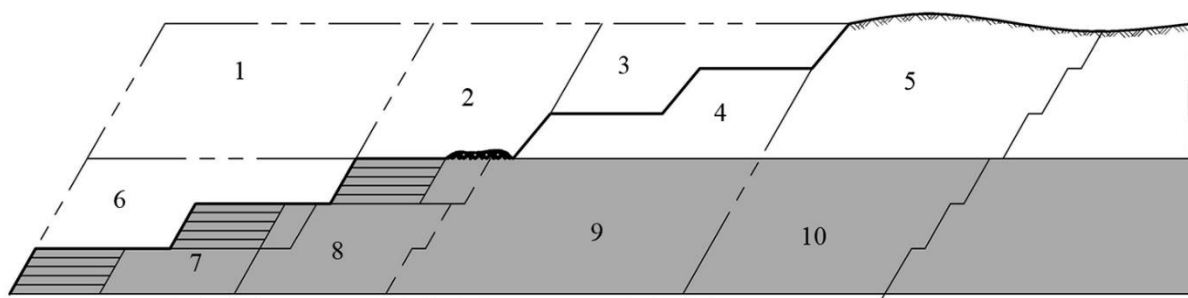


Рис 13. Контурсы подготовленных и готовых к выемке запасов [11, 12] незавершенного производства при разработке горизонтального пласта.

Контурсы незавершенного производства – фигуры, обозначенные цифрами 1,2,3,4,6,7,8,9, а именно:

1, 2, 3, 4 – соответственно: 1,2 – выполненных полностью, 3 – частично, 4 – оставшихся вскрышных работ;

6, 7, 8, 9 – соответственно: 6 – добытых частично, 7, 8 – оставшихся подготовленных, 9 – частично подготовленных вскрышными работами промышленных запасов.

Контурсы не начатого производства: 5,10 – а именно: 5 – не начатых вскрышных и 10 – добычных работ.

Fig. 13. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves [11, 12] of work-in-progress during the development of a horizontal reservoir.

The contours of work in progress are figures indicated by the numbers 1,2,3,4,6,7,8,9, namely:

1, 2, 3, 4 - respectively: 1,2 – fully completed, 3 - partially, 4 - remaining stripping works;

6, 7, 8, 9 - respectively: 6 - partially extracted, 7, 8 – remaining prepared, 9 – partially prepared by stripping operations of industrial reserves.

Contours of not started production: 5,10 - namely: 5 - not started stripping and 10 – mining operations.

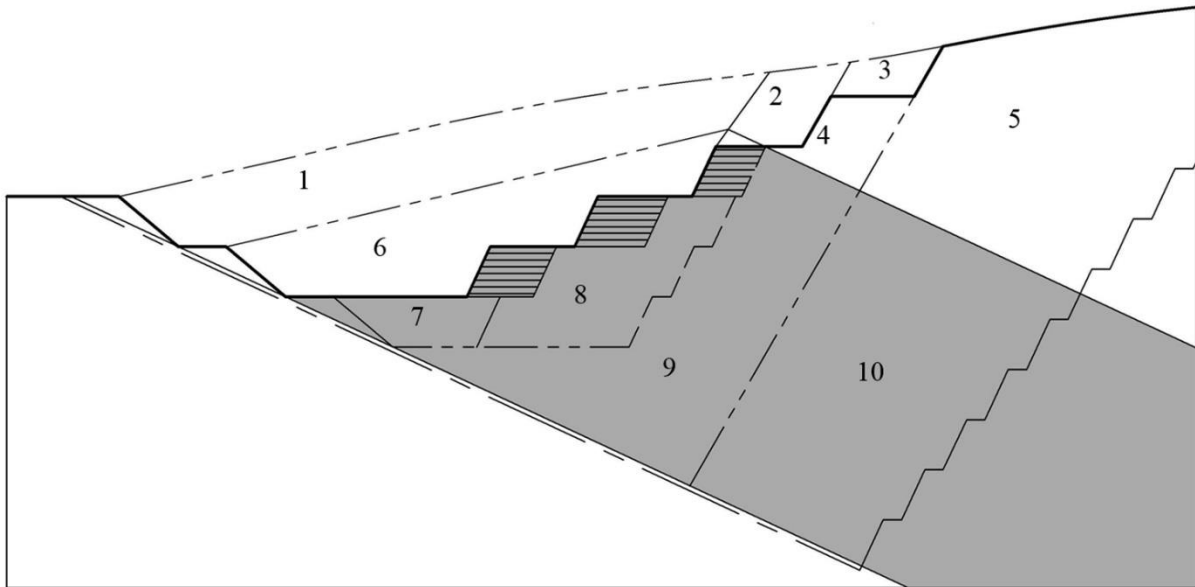


Рис. 14. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов [11, 12] незавершенного производства при разработке наклонного пласта

Fig. 14. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves [11, 12] of work-in-progress during the development of an inclined reservoir

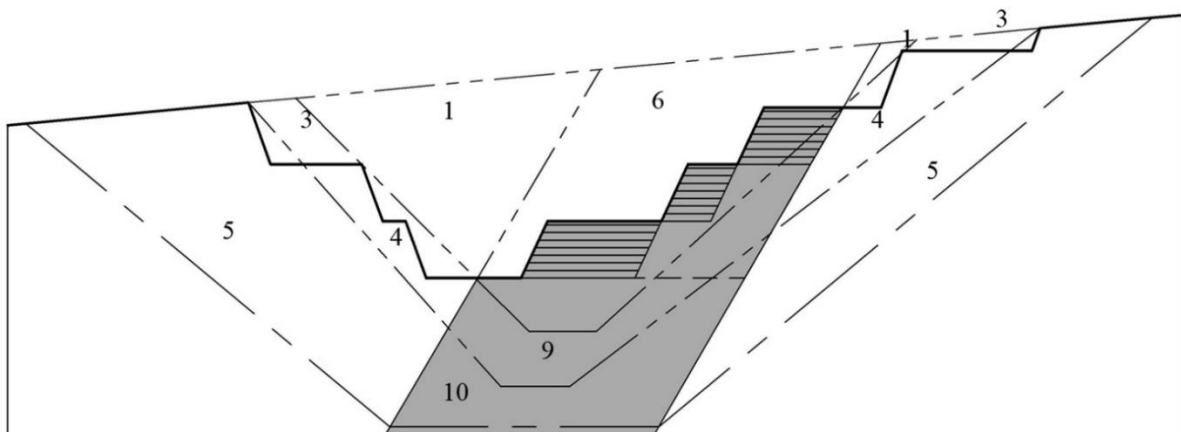


Рис. 15. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов [11, 12] незавершенного производства при разработке мощного крутого пласта

Fig. 15. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves [11, 12] of work-in-progress during the development of a powerful steep formation

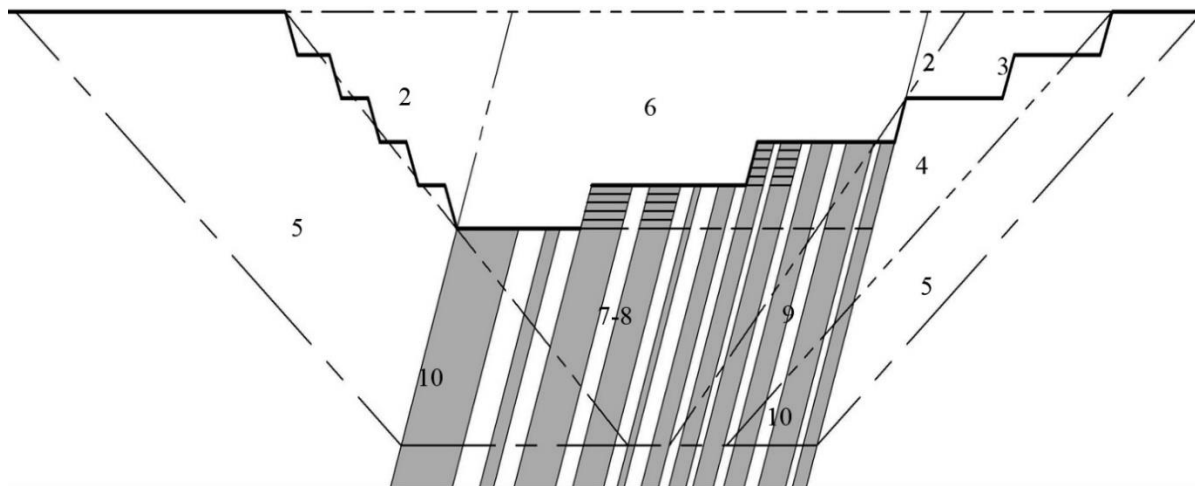


Рис. 16. Контуры подготовленных и готовых к выемке запасов [11, 12] незавершенного производства при разработке мощного крутопадающего пласта сложного строения с раздельной выемкой угля и породы

Fig. 16. Contours of prepared and ready-to-excavate reserves [11, 12] of work-in-progress during the development of a powerful steep-falling reservoir of complex structure with separate excavation of coal and rock

Характеристика запасов как вскрытых, так и не вскрытых жестко не связана с уровнем их освоения. На месторождениях с горизонтальным залеганием пластов все промышленные запасы могут быть вскрыты, а степень освоения запасов близка к нулевой, то есть здесь вскрытие опережает освоение. На месторождениях с крутым падением пластов освоение запасов нижних горизонтов начинается с выполнения горно-подготовительных работ по вскрытию при разnose верхних горизонтов бортов разреза значительно раньше их вскрытия. Вскрытие, по определению, предусматривает наличие выработок для грузотранспортной связи поверхности и горизонта нахождения запасов и не характеризует возможную степень освоения запасов.

Для устранения недостатков существующего распределения запасов согласно «Инструкций...» предлагается распределение количества промышленных запасов по степени готовности к выемке на разрезах оценивать коэффициентом готовности запасов к выемке с учетом контурных объемов, покрывающих к ним доступ пород, определяемым по формуле:

$$K_{\text{в.з}} = \frac{1}{1 + K_{\text{г.з}} \cdot (\text{плотность запасов})} \text{ в объемном выражении}$$

или по формуле

$$K_{\text{в.з}} = \frac{1}{1 + K_{\text{г.з}} \cdot (\text{плотность пород вскрыши})} \text{ по массе,}$$

где $K_{\text{в.з}}$ – контурный коэффициент вскрыши промышленных запасов в м³/т.

Такое определение степени готовности запасов к выемке позволяет характеризовать все запасы в границах работ с учетом объема закрывающих доступ к ним контурных пород вскрыши. Запасы подготовленные и готовые к выемке являющиеся частью незавершенного производства как полностью освобожденные от покрывающей вскрыши ($K_{\text{в.з}} = 0$) имеют степень готовности равную 1, а все остальные запасы не освобожденные от вскрыши не завершено и не начато производства степень готовности менее 1 в зависимости от значения контурного коэффициента вскрыши закрывающих доступ к ним пород.

Разработана принципиальная схема для получения информации о поэтапных контурных объемах работ незавершенного и не начато производства (состояния горных работ) по вскрыши и добыче на начало календарного периода (например, года) и их движения в текущем

(календарном) периоде (рис. 17). Контур отстройки бортов разреза для определения объемов незавершенного производства проходит через фактический верхний контур разреза под углом погашения горных работ до взаимного пересечения бортов или с технической границей горных работ (см. рис. 13-16). При отстройке промежуточных контуров погашения бортов разреза необходимо учитывать проектные рекомендации по их устойчивому состоянию.

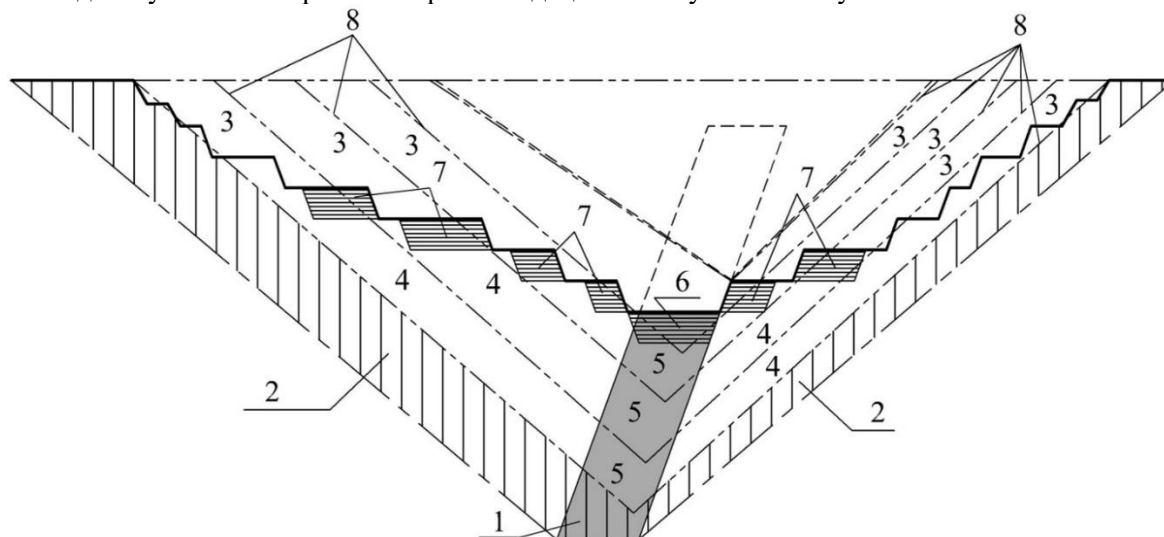


Рис. 17. Схема к определению поэтапных контурных объемов работ незавершенного производства (положения горных работ) по вскрытию и добыче на начало года и их движения в текущем (годовом) периоде:

- 1- Промышленные запасы, не начатые производством.
- 2- Вскрытия, не начатая производством для соответствующих запасов (1).
- 3- Контурные объемы выполненных ранее незавершенных вскрышных работ для соответствующих запасов (5).
- 4- Контурные объемы оставшихся незавершенных вскрышных работ для соответствующих запасов (5).
- 5- Контурные промышленные запасы незавершенного производства.
- 6- Добычные работы, запланированные на текущий год.
- 7- Вскрышные работы, запланированные на текущий год для запасов 5 и 6.
- 8- Контур горных работ под углом погашения.

Fig. 17. The scheme for determining the phased contour volumes of work in progress (mining regulations) on stripping and production at the beginning of the year and their movement in the current (annual) period:

- 1- Industrial stocks that have not started production.
- 2- Stripping that has not started production for the corresponding stocks (1).
- 3- Contour volumes of previously completed unfinished stripping works for the corresponding stocks (5).
- 4- Contour volumes of the remaining unfinished stripping works for the corresponding stocks (5).
- 5- Contour industrial stocks of unfinished production.
- 6- Mining operations planned for the current year.
- 7- Stripping operations planned for the current year for stocks 5 and 6.
- 8- The contour of mining operations at the repayment angle.

Для представления информации разработаны табличные формы учета взаимно согласованного в пределах промежуточных контуров незавершенного производства горных работ по добыче угля (технологического цикла производства добычи угля) положения горных работ на начало (конец) отчетного периода, движения промышленных запасов угля и объемов закрывающих доступ к запасам вскрышных пород за отчетный период (табл. 2, 3) по направлениям горных работ. Таблицы заполнены информацией с конкретным примером по



одному из разрезов АО УК «Кузбассразрезуголь». Разрез представлен тремя независимыми в технологии горными полями с разной технологией и стадией работ.

Таблица 2. Изменение (движение) промышленных запасов угля АО «Разрез» за первый год, млн.т (пример)

Table 2. Change (movement) of industrial coal reserves of JSC "Razrez" for the first year, million tons (example)

| Поле, участок (блок), этап отработки по глубине | Запасы на 01. 01. первого года | | | Движение запасов в результате | | | Запасы на 01. 01. второго года | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| | Всего (3+4) | в том числе | | Всего (6+7) | в том числе | | Всего (2-5) | в том числе | |
| | | не завершенные в производстве | не начатые в производстве | | добычи | уточнения * (+ или -) | | не завершенные в производстве | не начатые в производстве |
| Поле №1, всего | 38.15 | 32.65 | 5.50 | 3.69 | 3.69 | - | 34.46 | 28.96 | 5.50 |
| в т. ч. участок. 1, всего | 11.15 | 5.65 | 5.50 | 1.22 | 1.22 | - | 9.93 | 4.43 | 5.50 |
| в т. ч. от фактической поверхности до гор. +150 м | 2.20 | 2.20 | - | 1.22 | 1.22 | - | 0.98 | 0.98 | - |
| от гор. +150 м до гор. +140 м | 2.20 | 2.20 | - | - | - | - | 2.20 | 2.20 | - |
| от гор. +140 м до гор. +130 м | 1.25 | 1.25 | - | - | - | - | 1.25 | 1.25 | - |
| от гор. +130 м до гор. +120 м | 2.45 | - | 2.45 | - | - | - | 2.45 | - | 2.45 |
| от гор. +120 м до тех. гр. | 3.05 | - | 3.05 | - | - | - | 3.05 | - | 3.05 |
| в т. ч. участок. 2, всего | 27.00 | 27.00 | - | 2.47 | 2.47 | - | 24.53 | 24.53 | - |
| в т.ч. от факт. пов. до гор. +200 м | 4.60 | 4.60 | - | 2.47 | 2.47 | - | 2.13 | 2.13 | - |
| от гор. +200 м до гор. +190 м | 3.80 | 3.80 | - | - | - | - | 3.80 | 3.80 | - |
| от гор. +190 м до гор. +180 м | 4.00 | 4.00 | - | - | - | - | 4.00 | 4.00 | - |
| от гор. +180 м до гор. +170 м | 4.00 | 4.00 | - | - | - | - | 4.00 | 4.00 | - |
| от гор. +170 м до гор. +160 м | 4.00 | 4.00 | - | - | - | - | 4.00 | 4.00 | - |
| от гор. +160 м до гор. +150 м | 2.80 | 2.80 | - | - | - | - | 2.80 | 2.80 | - |
| от гор. +150 м до гор. +135 м | 2.40 | 2.40 | - | - | - | - | 2.40 | 2.40 | - |
| от гор. +135 м до тех. гр. | 1.40 | 1.40 | - | - | - | - | 1.40 | 1.40 | - |
| Поле №2, всего: | 9.55 | 8.85 | 0.70 | 2.01 | 2.01 | - | 7.54 | 7.54 | - |
| в том числе Блок 1, всего: | 5.70 | 5.70 | - | 1.10 | 1.10 | - | 4.59 | 4.59 | - |
| в т. ч. от факт. пов. до гор. +X м | 3.30 | 3.30 | - | 1.10 | 1.10 | - | 2.20 | 2.20 | - |
| от гор. +X м до техн. границы | 2.40 | 2.40 | - | - | - | - | 2.40 | 2.40 | - |
| Блок 2 | 3.15 | 3.15 | - | 0.20 | 0,20 | - | 2.95 | 2.95 | - |
| Участок 3 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | - | - | - | - |
| Итого по разрезу | 47.70 | 41.50 | 6,20 | 5.70 | 5.70 | - | 42.00 | 36.50 | 5.50 |

* - изменения технических границ разработки

- уточнения запасов (списания не подтвердившихся, разведки, переоценки, перевода в забалансовые и обратно и по др. причинам).

Объединение информации о запасах и объемах вскрыши в общих контурах погашения горных работ на начало и конец отчетного периода позволяет определить степень готовности запасов разреза к выемке в целом и по отдельным горизонтам, полям, блокам, участкам (табл. 4, 5) и изменение степени готовности запасов к выемке (положения горных работ) за отчетный период. Табличная информация о состоянии горных работ разреза на отчетный момент времени дает возможность в графическом виде представить последовательность дальнейшего вовлечения запасов в производство по мере увеличения остаточного контурного коэффициента вскрыши и снижения степени готовности запасов к выемке (рис. 18, 19).

Кроме того, она позволяет отразить на графике положения работ на начало периода, планируемое (фактическое) изменение положения работ при реализации текущих планов производства по добыче угля и вскрышным работам по направлениям за отчетный период и получить положение горных работ на начало нового периода.

Таблица 3. Изменение (движение) контурных объемов вскрышных работ, совмещенное с движением промышленных запасов угля АО «Разрез» за первый год, млн. м³ (пример)Table 3. Change (movement) of contour volumes of stripping operations combined with the movement of industrial coal reserves of JSC "Razrez" for the first year, million m³ (example)

| Поле, участок (блок), этап отработки по глубине | Вскрыша на 01.01. первого года | | | | | | Движение вскрыши в результате | | | Вскрыша на 31.12. первого года | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------|-------|--|-------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------|--|------|-------|
| | всего оставшихся промзапасов | в том числе для запасов угля | | | | | всего | в том числе | | всего оставшихся пром. запасов | в том числе для запасов угля | | | | |
| | | не завершённые в производстве | | | | не начатые в производстве и не начатая оставшаяся в производстве | | вскрышных работ | уточнения* (+ или -) | | не завершённые в производстве | | | | |
| | | всего | в том числе | | всего | | | | | | в том числе | | не начатые в производстве и не начатая оставшаяся в производстве | | |
| | | | выполнен до 01. 01.г. | оставшаяся | | | | | | | выполненная до 31. 12.г. | оставшаяся | | | |
| Поле №1, всего | 439.1 | 390.3 | 193.8 | 196.5 | 48.8 | 245.3 | 22.5 | 22.5 | - | 439.1 | 390.3 | 216.3 | 174.0 | 48.8 | 222.8 |
| в т.ч. участок 1, всего | 146.6 | 97.8 | 63.5 | 34.3 | 48.8 | 83.1 | 8.8 | 8.8 | - | 146.6 | 97.8 | 72.3 | 25.5 | 48.8 | 74.3 |
| в т. ч. от факт. пов. до гор. +150 | 62.8 | 62.8 | 51.4 | 11.4 | - | 11.4 | 7.4 | 7.4 | - | 62.8 | 62.8 | 58.8 | 4.0 | - | 4.0 |
| от гор. +150м до гор. +140м | 21.6 | 21.6 | 9.6 | 12.0 | - | 12.0 | 1.4 | 1.4 | - | 21.6 | 21.6 | 11.0 | 10.6 | - | 10.6 |
| от гор. +140м до гор. +130м | 13.4 | 13.4 | 2.5 | 10.9 | - | 10.9 | - | - | - | 13.4 | 13.4 | 2.5 | 10.9 | - | 10.9 |
| от гор. +130м до гор. +120м | 20.7 | 20.7 | - | - | 20.7 | 20.7 | - | - | - | 20.7 | 20.7 | - | - | 20.7 | 20.7 |
| от гор. +120м до тех. гр. | 28.1 | 28.1 | - | - | 28.1 | 28.1 | - | - | - | 28.1 | 28.1 | - | - | 28.1 | 28.1 |
| в т.ч. участок 2, всего | 292.5 | 292.5 | 130.3 | 162.2 | - | 162.2 | 13.7 | 13.7 | - | 292.5 | 292.5 | 144.0 | 148.5 | - | 148.5 |
| в т.ч. от факт. пов. до гор. +200 | 40.6 | 40.6 | 30.6 | 10.0 | - | 10.0 | 5.0 | 5.0 | - | 40.6 | 40.6 | 35.6 | 5.0 | - | 5.0 |
| от гор. +200м до гор. +190м | 44.6 | 44.6 | 32.6 | 12.0 | - | 12.0 | 3.0 | 3.0 | - | 44.6 | 44.6 | 35.6 | 9.0 | - | 9.0 |
| от гор. +190м до гор. +180м | 38.4 | 38.4 | 20.4 | 18.0 | - | 18.0 | 2.2 | 2.2 | - | 38.4 | 38.4 | 22.6 | 15.8 | - | 15.8 |
| от гор. +180м до гор. +170м | 38.3 | 38.3 | 16.9 | 21.4 | - | 21.4 | 2.0 | 2.0 | - | 38.3 | 38.3 | 18.9 | 19.4 | - | 19.4 |
| от гор. +170м до гор. +160м | 47.5 | 47.5 | 16.3 | 31.2 | - | 31.2 | 1.5 | 1.5 | - | 47.5 | 47.5 | 17.8 | 29.7 | - | 29.7 |
| от гор. +160м до гор. +150м | 33.3 | 33.3 | 5.1 | 28.2 | - | 28.2 | - | - | - | 33.3 | 33.3 | 5.1 | 28.2 | - | 28.2 |
| от гор. +150м до гор. +135м | 33.8 | 33.8 | 8.0 | 25.8 | - | 25.8 | - | - | - | 33.8 | 33.8 | 8.0 | 25.8 | - | 25.8 |
| от гор. +135м до тех. гр. | 16.0 | 16.0 | 0.4 | 15.6 | - | 15.6 | - | - | - | 16.0 | 16.0 | 0.4 | 15.6 | - | 15.6 |
| Поле №2, всего: | 154,2 | 149.2 | 93.1 | 56,1 | 5,0 | 61.6 | 12.7 | 12.7 | - | 149.2 | 149.2 | 100.8 | 43.4 | - | 48.4 |
| в том числе Блок 1, всего: | 100.3 | 100.3 | 68.3 | 32.0 | - | 32.0 | 5.1 | 5.1 | - | 100.3 | 100.3 | 73.4 | 26.9 | - | 26.9 |
| в т.ч. от факт. пов. до гор. +X м | 52.8 | 52.8 | 36.3 | 16.5 | - | 16.5 | 4.0 | 4.0 | - | 52.8 | 52.8 | 40.3 | 12.5 | - | 12.5 |
| от гор. +X м до тех.границ | 47.5 | 47.5 | 32.0 | 15.5 | - | 15.5 | 1.1 | 1.1 | - | 47.5 | 47.5 | 33.1 | 14.4 | - | 14.4 |
| Блок 2 | 48.9 | 48.9 | 24.8 | 24.1 | - | 24.1 | 2.6 | 2.6 | - | 48.9 | 48.9 | 27.4 | 21.5 | - | 21.5 |
| Участок 3 | 5.0 | 5.0 | - | 5.0 | 5,0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Итого по разрезу | 593.3 | 539.5 | 286.9 | 252.6 | 53,8 | 306.4 | 35.2 | 35.2 | - | 588.3 | 539.5 | 317.1 | 222.4 | 48.8 | 271.2 |



* - изменения технических границ разработки

- уточнения запасов (списания не подтвердившихся, разведки, переоценки, перевода в забалансовые и обратно и по др. причинам).

Таблица 4. Положение горных работ по добыче угля ОАО «Разрез» на 01.01. первого года, (пример)

Table 4. The position of mining operations for coal extraction of JSC "Razrez" on 01.01. of the first year, (example)

| Поле, участок (блок), этап отработки по глубине | Запасы, млн. т. | | | Контурная вскрыша, млн. м³ | | | | | | Коэффициенты вскрыши, м³/т | | | | | | Ранг (очередность работ) по коэфф. вскрыши | Степень готовности запасов (производства) по объему |
|---|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------|--|--|---|--|
| | Всего (3+4) | в том числе | | всего остатшихся промзапасов | в том числе для запасов угля | | | | | всего остатшихся пром. запасов | в том числе для запасов угля | | | | | | |
| | | не завершенные в производстве | не начатые в производстве | | не завершенные в производстве | | не начатые в производстве | и не оставшаяся и не начатая в производстве | не завершенные в производстве | | не начатые в производстве | и не оставшаяся и не начатая в | | | | | |
| | | | | | всего | в том числе | | | всего | | | | в том числе | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | выполненная до 01.01. оставшаяся | выполненная до 01.01...г. оставшаяся | | |
| Поле №1 | 38.15 | 32.65 | 5.50 | 439.1 | 390.3 | 193.8 | 196.5 | 48.8 | 245.3 | 11.51 | 11.96 | 5.94 | 6.02 | 8.87 | 6.43 | | 0.1033 |
| в т. ч. уч-к 1, всего | 11.15 | 5.65 | 5.50 | 146.6 | 97.8 | 63.5 | 34.3 | 48.8 | 83.1 | 13.15 | 17.31 | 11.24 | 6.07 | 8.87 | 7.45 | | 0.0904 |
| в т. ч. от факт. пов. до гор. +150 | 2.20 | 2.20 | - | 62.8 | 62.8 | 51.4 | 11.4 | - | 11.4 | 28.55 | 28.54 | 23.36 | 5.18 | - | 5.06 | 4 | 0.1277 |
| от гор. +150 до гор. +140 | 2.10 | 2.10 | - | 21.6 | 21.6 | 9.6 | 12.0 | - | 12.0 | 10.28 | 10.28 | 4.57 | 5.71 | - | 5.71 | 7 | 0.1148 |
| от гор. +140 до гор. +130 | 1.35 | 1.35 | - | 13.4 | 13.4 | 2.5 | 10.9 | - | 10.9 | 9.92 | 9.92 | 1.85 | 8.07 | - | 8.07 | 12 | 0.0841 |
| от гор. +130 до гор. +120 | 2.45 | - | 2.45 | 20.7 | 20.7 | - | - | 20.7 | 20.7 | 8.45 | - | - | - | 8.45 | 8.45 | 13 | 0.0806 |
| от гор. +120 до тех. гр. | 3.05 | - | 3.05 | 28.1 | 28.1 | - | - | 28.1 | 28.1 | 9.21 | - | - | - | 9.21 | 9.21 | 14 | 0.0744 |
| в т.ч. уч-к 2, всего | 27.00 | 27.00 | - | 292.5 | 292.5 | 130.3 | 162.2 | - | 162.2 | 10.83 | 10.84 | 4.83 | 6.01 | - | 6.01 | | 0.1097 |
| в т. ч. от факт. пов. до гор. +200 | 4.60 | 4.60 | - | 40.6 | 40.6 | 30.6 | 10.0 | - | 10.0 | 10.15 | 10.14 | 7.64 | 2.50 | - | 2.17 | 1 | 0.2545 |
| от гор. +200 до гор. +190 | 3.80 | 3.80 | - | 44.6 | 44.6 | 32.6 | 12.0 | - | 12.0 | 10.14 | 10.14 | 7.41 | 2.73 | - | 3.16 | 2 | 0.1899 |
| от гор. +190 до гор. +180 | 4.00 | 4.00 | - | 38.4 | 38.4 | 20.4 | 18.0 | - | 18.0 | 9.60 | 10.19 | 5.10 | 5.09 | - | 5.09 | 5 | 0.1270 |
| от гор. +180 до гор. +170 | 4.00 | 4.00 | - | 38.3 | 38.3 | 16.9 | 21.4 | - | 21.4 | 9.59 | 9.59 | 4.24 | 5.35 | - | 5.35 | 6 | 0.1216 |
| от гор. +170 до гор. +160 | 4.00 | 4.00 | - | 47.5 | 47.5 | 16.3 | 31.2 | - | 31.2 | 11.88 | 11.88 | 4.08 | 7.80 | - | 7.80 | 11 | 0.0867 |
| от гор. +160 до гор. +150 | 2.80 | 2.80 | - | 33.3 | 33.3 | 5.1 | 28.2 | - | 28.2 | 11.89 | 11.88 | 1.88 | 10.00 | - | 10.00 | 15 | 0.0689 |
| от гор. +150 до гор. +135 | 2.40 | 2.40 | - | 33.8 | 33.8 | 8.0 | 25.8 | - | 25.8 | 14.08 | 14.08 | 3.33 | 10.75 | - | 10.75 | 16 | 0.0645 |
| от гор. +135 до тех. гр. | 1.40 | 1.40 | - | 16.0 | 16.0 | 0.4 | 15.6 | - | 15.6 | 11.43 | 11.43 | 0.29 | 11.14 | - | 11.14 | 17 | 0.0623 |
| Поле №2 | 9.55 | 9.55 | - | 149.2 | 149.2 | 93.1 | 61.6 | - | 61.6 | 15.62 | 16.20 | 9.75 | 6.45 | - | 6.45 | | 0.1030 |
| в т.ч. блок 1, всего: | 5.70 | 5.70 | - | 100.3 | 100.3 | 68.3 | 32.0 | - | 32.0 | 17.60 | 17.59 | 11.98 | 5.61 | - | 5.61 | | 0.1166 |
| в т.ч. от факт. пов. до гор. +X | 3.30 | 3.30 | - | 52.8 | 52.8 | 36.3 | 16.5 | - | 16.5 | 16.00 | 16.00 | 11.00 | 5.00 | - | 5.00 | 3 | 0.1290 |
| от гор. +X до техн. гр. | 2.40 | 2.40 | - | 47.5 | 47.5 | 32.0 | 15.5 | - | 15.5 | 19.79 | 19.79 | 13.33 | 6.46 | - | 6.46 | 8 | 0.1029 |
| Блок 2 | 3.15 | 3.15 | - | 48.9 | 48.9 | 24.8 | 24.1 | - | 24.1 | 15.52 | 15.52 | 7.87 | 7.65 | - | 7.65 | 10 | 0.0883 |
| Участок 3 | 0.70 | 0.70 | - | 5.0 | 5.0 | - | 5.0 | - | 5.0 | 7.14 | 7.14 | - | 7.14 | - | 7.14 | 9 | 0.0940 |
| Итого по разрезу | 47.70 | 42.20 | 5.50 | 593.3 | 544.5 | 286.9 | 257.6 | 48.8 | 306.4 | 12.44 | 12.90 | 6.80 | 6.10 | 8.87 | 6.42 | | 0.1034 |



Таблица 5. Положение горных работ по добыче угля ОАО «Разрез ...» на 01.01. второго года, (пример)

Table 5. The position of mining operations for coal extraction of JSC "Razrez ..." on 01.01. of the second year, (example)

| Поле, участок (блок), этап отработки по глубине | Запасы млн. т. | | | Контурная вскрыша млн. м³ | | | | | | Коэффициенты вскрыши, м³/т | | | | | | Ранг (очередность работ) по коэфф. вскрыши | Степень готовности запасов (производства) по объему |
|---|----------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|------|-------|--|---|
| | Всего (3+4) | в том числе | | всего оставшихся пром. запасов | в том числе для запасов угля | | | | | всего оставшихся пром. запасов | в том числе для запасов угля | | | | | | |
| | | не завершённые в производстве | не начатые в производстве | | не завершённые в производстве | | | не начатые в производстве | и не начатая оставшаяся в производстве | | не завершённые в производстве | | | | | | |
| | | | | | всего | в том числе | | | | | всего | в том числе | | | | | |
| | | | | | | выполненная до 31.12. ...г. | оставшаяся | | | | | выполненная до 31.12. ...г. | оставшаяся | | | | |
| Поле №1, всего | 34.46 | 28.96 | 5..50 | 439.1 | 390.3 | 216.3 | 174.0 | 48.8 | 222.8 | 12.74 | 11.96 | 5..94 | 6.02 | 8.87 | 6.46 | | 0.1030 |
| в т. ч. уч-к 1, всего | 9..93 | 4.43 | 5..50 | 146.6 | 97.8 | 72.3 | 25.5 | 48.8 | 74.3 | 14.76 | 17.31 | 11.24 | 6.07 | 8.87 | 7.48 | | 0.0901 |
| в т. ч. от факт. пов. до гор. +150 | 0..98 | 0.98 | - | 62.8 | 62.8 | 58.8 | 4.0 | - | 4.0 | 64.08 | 28.54 | 23.36 | 5.18 | - | 4.08 | 4 | 0.1536 |
| от гор. +150 до гор. +140 | 2.10 | 2.10 | - | 21.6 | 21.6 | 11.0 | 10.6 | - | 10.6 | 10.28 | 10.28 | 5.23 | 5.05 | - | 5.05 | 6 | 0.1279 |
| от гор. +140 до гор. +130 | 1..35 | 1..35 | - | 13.4 | 13.4 | 2.5 | 10.9 | - | 10.9 | 9..92 | 9.92 | 1.85 | 8.07 | - | 8.07 | 11 | 0.0841 |
| от гор. +130 до гор. +120 | 2.45 | - | 2.45 | 20.7 | 20.7 | - | - | 20.7 | 20.7 | 8.45 | - | - | - | 8.45 | 8.45 | 12 | 0.0806 |
| от гор. +120 до тех. гр. | 3.05 | - | 3.05 | 28.1 | 28.1 | - | - | 28.1 | 28.1 | 9.21 | - | - | - | 9.21 | 9.21 | 13 | 0.0744 |
| в т. ч. уч-к 2, всего | 24.53 | 24.53 | - | 292.5 | 292.5 | 144.0 | 148.5 | - | 148.5 | 11.92 | 10.84 | 4.83 | 6.01 | - | 6.05 | | 0.1091 |
| в т. ч. от факт. пов. до гор. +200 | 2.13 | 2.13 | - | 40.6 | 40.6 | 35.6 | 5.0 | - | 5.0 | 26.53 | 10.14 | 7.64 | 2.50 | - | 2.35 | 1 | 0.2397 |
| от гор. +200 до гор. +190 | 3.80 | 3.80 | - | 44.6 | 44.6 | 35.6 | 9.0 | - | 9.0 | 10.14 | 10.14 | 7.41 | 2.73 | - | 2.37 | 2 | 0.2381 |
| от гор. +190 до гор. +180 | 4.00 | 4.00 | - | 38.4 | 38.4 | 22.6 | 15.8 | - | 15.8 | 9.60 | 10.19 | 5.10 | 5.09 | - | 3.95 | 3 | 0.1579 |
| от гор. +180 до гор. +170 | 4.00 | 4.00 | - | 38.3 | 38.3 | 18.9 | 19.4 | - | 19.4 | 9.59 | 9.59 | 4.24 | 5.35 | - | 4.85 | 5 | 0.1325 |
| от гор. +170 до гор. +160 | 4.00 | 4.00 | - | 47.5 | 47.5 | 17.8 | 29.7 | - | 29.7 | 11.88 | 11.88 | 4.08 | 7.80 | - | 7.42 | 10 | 0.0907 |
| от гор. +160 до гор. +150 | 2.80 | 2.80 | - | 33.3 | 33.3 | 5.1 | 28.2 | - | 28.2 | 11.87 | 11.88 | 1.88 | 10.00 | - | 10.07 | 14 | 0.0685 |
| от гор. +150 до гор. +135 | 2.40 | 2.40 | - | 33.8 | 33.8 | 8.0 | 25.8 | - | 25.8 | 14.08 | 14.08 | 3.33 | 10.75 | - | 10.75 | 15 | 0.0645 |
| от гор. +135 до тех. гр. | 1.40 | 1.40 | - | 16.0 | 16.0 | 0.4 | 15.6 | - | 15.6 | 11.43 | 11.43 | 0.29 | 11.14 | - | 11.14 | 16 | 0.0623 |
| Поле №2, всего: | 7.54 | 7.54 | - | 149.2 | 149.2 | 100.8 | 48.4 | - | 48.4 | 19.78 | 16.20 | 9.75 | 6.45 | - | 6.42 | | 0.1034 |
| в т. ч. блок 1, всего: | 4.60 | 4.60 | - | 100.3 | 100.3 | 73.4 | 26.9 | - | 26.9 | 21.80 | 21.80 | 15.96 | 5.86 | - | 5.86 | | 0.1122 |
| в т. ч. от ф. пов. до гор. +X м | 2.20 | 2.20 | - | 52.8 | 52.8 | 40.3 | 12.5 | - | 12.5 | 24.00 | 24.00 | 18.32 | 5.68 | - | 5.68 | 7 | 0.1154 |
| от гор. +X м до техн. гр | 2.40 | 2.40 | - | 47.5 | 47.5 | 33.1 | 14.4 | - | 14.4 | 19.79 | 19.79 | 13.79 | 6.00 | - | 6.00 | 8 | 0.1099 |
| Блок 2 | 2.95 | 2.95 | - | 48.9 | 48.9 | 27.4 | 21.5 | - | 21.5 | 16.57 | 15.52 | 7.87 | 7.65 | - | 7.29 | 9 | 0.0922 |
| Участок 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Итого по разрезу | 42.00 | 36.50 | 5.50 | 588.3 | 539.5 | 317.1 | 222.4 | 48.8 | 271.2 | 14.01 | 12.90 | 6.80 | 6.10 | 8.87 | 6.46 | | 0.1030 |

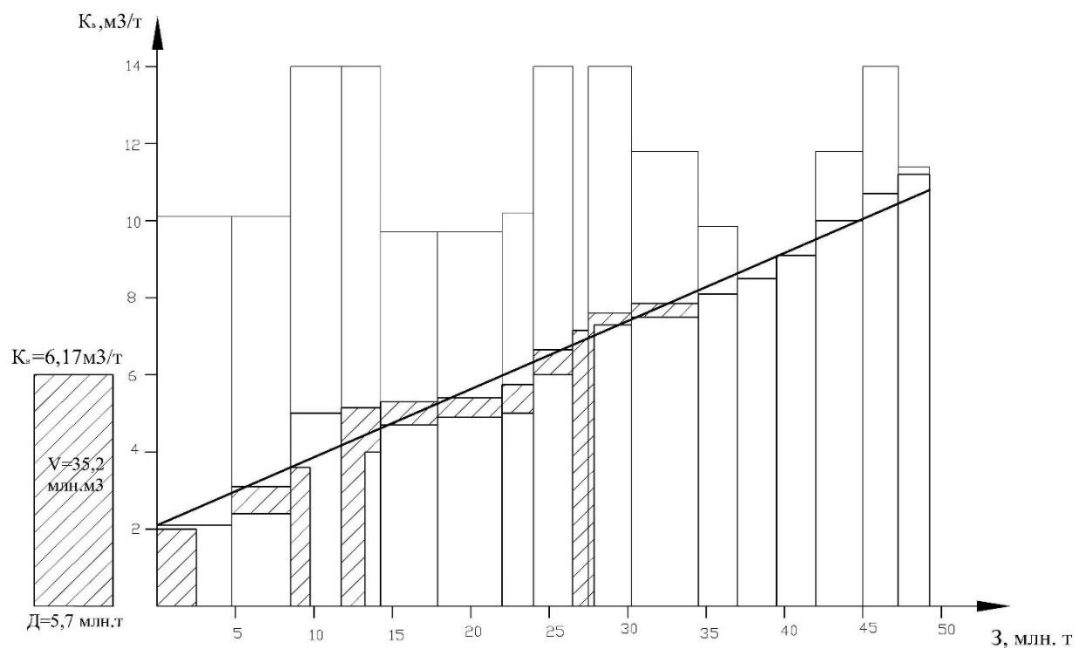



Рис. 18. Распределение незавершенных в производстве промышленных запасов угля в порядке нарастания контурного коэффициента оставшейся вскрыши на начало года и движения текущих объемов горных работ по вскрыше и добыче угля по направлениям за следующий год.

Fig. 18. Distribution of industrial coal reserves in progress in production in the order of increasing the contour coefficient of the remaining stripping at the beginning of the year and the movement of the current volumes of mining operations for stripping and coal mining in the directions for the next year.

 Текущие объемы горных работ по вскрыше и добыче на следующий год

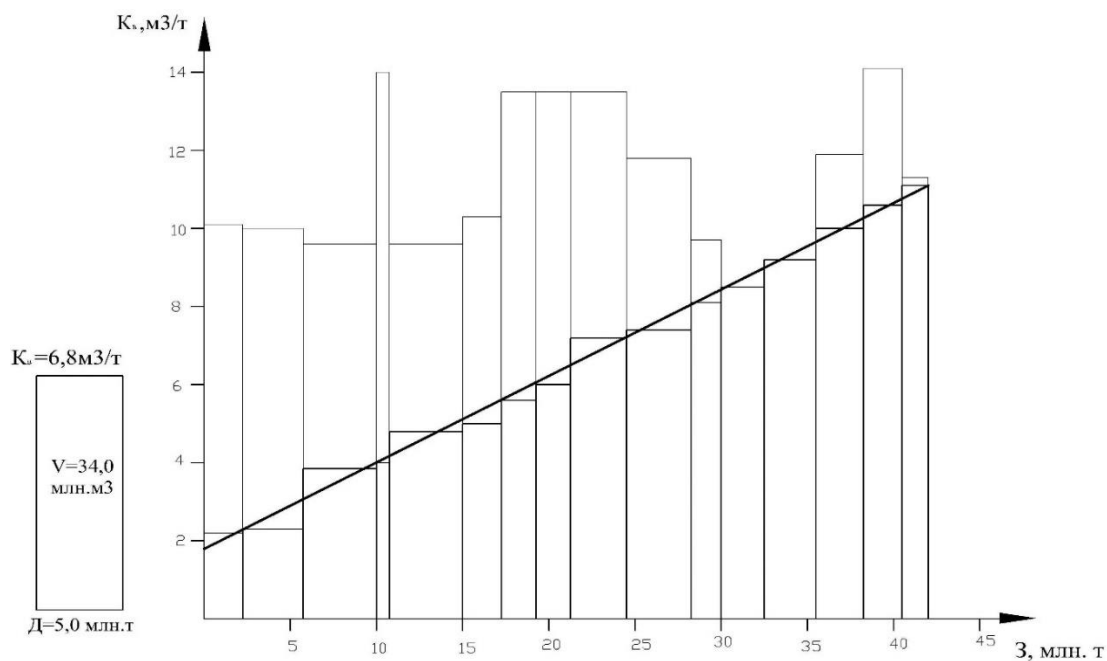


Рис. 19. Распределение незавершенных в производстве промышленных запасов угля в порядке нарастания контурного коэффициента оставшейся вскрыши на конец года в результате движения текущих объемов горных работ за прошедший год

Fig. 19. Distribution of industrial coal reserves not completed in production in the order of increasing the contour coefficient of the remaining stripping at the end of the year as a result of the movement of current mining volumes over the past year



На основании графика и табличной информации имеется возможность дать положению горных работ аналитическую характеристику по формуле:

$$K_{\text{в.к}} = K_{\text{в.к. min}} + V \cdot Z_1, \text{ м}^3/\text{т}, \quad (1)$$

где $K_{\text{в.к}}$ – максимальный контурный коэффициент вскрыши вовлекаемых в разработку запасов Z_1 , $\text{м}^3/\text{т}$; Z_1 – промышленные запасы, вовлекаемые в разработку, млн. т; V – прирост контурных объемов вскрышных пород на 1 млн. т. дополнительно вовлекаемых в разработку запасов, $\text{м}^3/\text{т}$.

Так, для представленного примера:

на начало первого года положение горных работ характеризуется формулой:

$$K_{\text{в.к}} = 2,05 + 0,183 \cdot Z_1, \text{ м}^3/\text{т}.$$

При среднем значении остаточного коэффициента вскрыши $6,42 \text{ м}^3/\text{т}$ для промышленных запасов угля в объеме $47,7$ млн. т предельными значениями контурного коэффициента вскрыши будут величины минимальное $2,05 \text{ м}^3/\text{т}$ и максимальное $10,78 \text{ м}^3/\text{т}$.

На начало второго года в результате добычи $5,7$ млн. т угля и выполнения $35,2$ млн. м^3 вскрышных работ при среднем коэфф. вскрыши $6,17 \text{ м}^3/\text{т}$ (рис. 18) и принятом распределении этих объемов работ по направлениям работ согласно представленных таблиц 2 и 3 и графика рис. 18 положение горных работ стало характеризоваться формулой:

$$K_{\text{в.к}} = 1,83 + 0,220 \cdot Z_1, \text{ м}^3/\text{т}.$$

В результате реализации текущих годовых объемов работ при среднем значении остаточного коэффициента вскрыши $K_{\text{в.к}}$ составит: $6,46 \text{ м}^3/\text{т}$ для промышленных запасов угля в объеме $42,0$ млн.т; предельными значениями контурного коэффициента вскрыши будут величины: минимальное $1,83 \text{ м}^3/\text{т}$ и максимальное $11,07 \text{ м}^3/\text{т}$.

Такая оценка позволяет определить влияние отдельных направлений развития работ на общее положение работ на конец периода. Так, например, выполнение $1,5$ млн. м^3 вскрыши для запасов угля горизонта $+200$ м вместо принятого планом производства направления для горизонта $+160$ м изменило бы параметры положения работ, которое характеризовалось бы формулой:

$$K_{\text{в.к}} = 1,69 + 0,227 \cdot Z_1, \text{ м}^3/\text{т}.$$

Тогда при оставшемся среднем значении остаточного коэффициента вскрыши запасов $6,46 \text{ м}^3/\text{т}$ для промышленных запасов угля в объеме $42,0$ млн.т предельными значениями контурного коэффициента вскрыши были бы величины: минимальное $1,69 \text{ м}^3/\text{т}$ и максимальное $11,14 \text{ м}^3/\text{т}$ промышленных запасов угля. Это создало бы лучшие условия для добычи угля на второй год работы разреза.

Перевод табличной и графической информации о состоянии работ в аналитический вид позволяет в дальнейшем перейти к разработке системы оценочных показателей, коэффициентов позволяющих сравнивать положение горных работ, определять их возможности на разрезах с разной геологией, технологией работ, стадией разработки или на одном разрезе в разное время.

Промежуточные выводы

1. Установлено, что действующие в настоящее время инструктивные документы не решают задачи распределения промышленных запасов угля по степени готовности к выемке и не обеспечивают тем самым подготовки полноценной информации о состоянии горных работ для последующего планирования.

2. Выполнено технологическое обоснование структуры необходимой информации для управления горными работами на разрезах по реализации технологических циклов производства горно-подготовительных вскрышных и добычных работ в пределах оставшихся запасов угля.

3. Разработанные табличные формы учета, взаимно согласованного в пределах промежуточных контуров горных работ (технологического цикла производства добычи угля) движения промышленных запасов угля и объемов закрывающих доступ к запасам вскрышных пород за отчетный период по направлениям горных работ восполняют недостаток информации (в качестве примера формы заполнены информацией с условными значениями).



Методика оценки состояния горных работ разрезов для определения их возможностей по добыче угля

В основу методики положены приемы регулирования календарного графика вскрышных работ изложенные в работе В.С. Хохрякова «Проектирование карьеров» [6]. Некоторые положения методики и предпосылки к ее формированию в целом были ранее опубликованы авторами настоящей статьи [15-20].

Основными приемами регулирования календарного графика вскрышных работ являются перенос части объемов вскрыши на более поздние периоды разработки или перенос их на более ранние периоды для получения выровненного графика календарного плана горных работ. При этом подчеркивается, что желательно, чтобы во втором случае переносимые объемы были незначительны и срок переноса небольшой.

Графики и табличная информация распределения незавершенных в производстве промышленных запасов угля разрезов в порядке нарастания контурного коэффициента оставшейся вскрыши на конец (начало) календарного периода полученная выше, по существу, исключает возможность переноса какой-либо вскрыши на более поздние периоды по условиям безопасности горных работ.

Поэтому в дальнейшем она может и должна использоваться как отправная (базовая) при рассмотрении только вариантов развития работ с переносом части объемов вскрыши на более ранние периоды. Такая постановка позволяет рассматривать отношение добычи угля по программе календарного периода к предельно максимальной добыче угля разреза при полной реализации его возможностей по добыче за этот период как коэффициент использования его предельных возможностей – $K_{и.д.}$.

Этот коэффициент использования предельных возможностей разреза по добыче угля ($K_{и.д.}$) характеризует в целом и совершенство программ производства горных работ и применяемой техники и технологии разработки по отношению к горно-геологическим условиям горных работ. Под горно-геологическими условиями горных работ понимается прежде всего распределение промышленных запасов угля по степени готовности к добыче, учитывающей остаточные объемы вскрышных работ, закрывающих доступ к запасам.

Любой вариант развития работ с переносом части вскрыши на более ранний календарный период позволяет рассматривать в формализованном виде текущие объемы вскрышных работ за календарный период состоящими из двух частей:

1. Минимально необходимого объема контурной вскрыши как основной части текущей для выполнения программы добычи угля текущего календарного периода (контур В, рис. 20);
2. Объема опережающей вскрыши в составе текущей как дополнительного выполняемого для повышения готовности к выемке запасов, планируемых для добычи в будущем, последующие календарные периоды (контур А, рис. 20).

Вскрыша В является физически минимально необходимой для завершения технологического цикла производства горных работ по добыче угля в текущем периоде по условиям безопасности горных работ.

Вскрыша А является временной вынужденной мерой и выполняется только из-за несовершенства применяемой техники и технологии работ, программ производства в принятом варианте развития. Возможности современной техники и технологии открытых горных работ пока не позволяют произвести горные работы в календарном периоде с начала и до завершения технологического цикла производства работ от земной поверхности до своего завершения добычей угля, т. е. под устойчивым (безопасным) углом погашения борта разреза, в одном общем для горно-подготовительных вскрышных и добычных работ контуре. Величина вскрыши А может быть предметом оптимизации, учитывая то обстоятельство, что при разработке календарных планов вскрыши и добыча угля должна распределяться по разным направлениям, участкам, горизонтам с учетом необходимости регулирования качественного состава добываемого угля, доступности объемов вскрыши и добычи для разработки по разным технологиям.

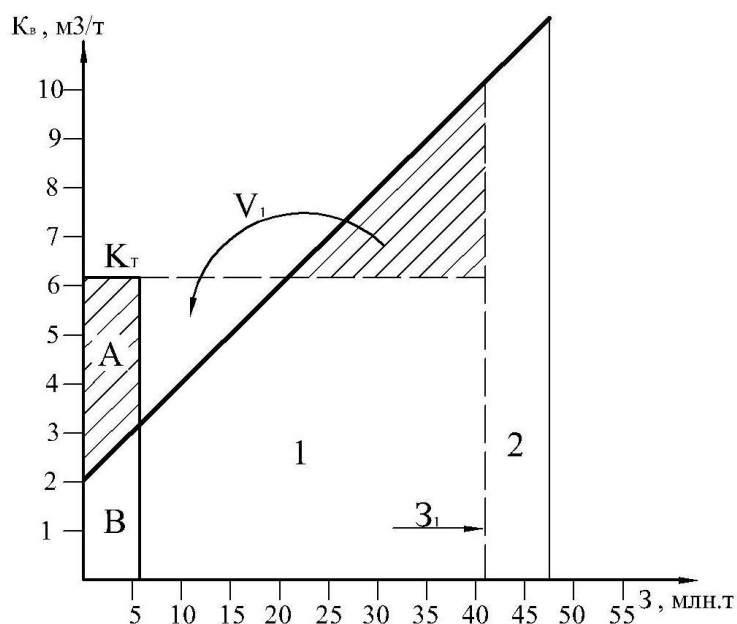


Рис. 20. Регулирование календарного графика вскрышных работ путем опережающей выемки части объема вскрыши [1]

Fig. 20. Regulation of the calendar schedule of stripping operations by advancing the excavation of part of the volume of stripping [1]

Такое формальное деление структуры вскрышных работ на текущую и перспективную и направления добычи совершенно не ограничивает добычу угля только самыми доступными запасами (в одном месте) с минимальной вскрышей В, а вскрышу А – как только перспективную без добычи. В действительности направлений производств завершающих горно-подготовительных вскрышных работ и добычи угля в результате их выполнения и направлений работ, не закончившихся добычей, может быть несколько с разными значениями отдельных коэффициентов вскрыши по направлениям, превышающим минимальный текущий коэффициент. Здесь необходимо учитывать, что в пределах контуров погашения горных работ для запасов Z_1 средний коэффициент вскрыши равен коэффициенту вскрыши текущего периода и, следовательно, где бы не производились работы в первом периоде оставшиеся от Z_1 запасы также на последующие периоды будут иметь коэффициент вскрыши равный текущему коэффициенту первого периода. При этом сохраняются постоянными условия работ первого и последующих периодов в пределах запасов Z_1 .

Кроме того, не все запасы угля при принятой программе производства горных работ могут быть отработаны при постоянном значении коэффициента вскрыши. Принимаемый по программе календарного периода текущий коэффициент вскрыши в принципе может быть выше или ниже среднего остаточного коэффициента вскрыши разрабатываемых запасов угля. Если текущий коэффициент выше остаточного – значит, предлагается на будущие периоды разработки остаточный коэффициент снизить и по крайней мере по условиям удельных объемов горно-подготовительных работ добыча угля в будущем будет проще. Таким образом, можно утверждать, что в этом случае выполняя более сложную текущую программу разрез создает приоритетные, более простые условия работ на будущее в целом до конца отработки запасов в ущерб текущей программе. Такой режим работ от сложного к простому не имеет перспективы. В этих условиях значение среднего остаточного коэффициента вскрыши запасов месторождения необходимо считать верхним пределом текущего.

Если текущий коэффициент ниже остаточного – значит, предлагается на будущие периоды разработки остаточный коэффициент повысить и по крайней мере по условиям удельных



объемов горно-подготовительных работ добыча угля в будущем будет сложнее. По этому условию все запасы делятся на две части:

1. Часть запасов со средним коэффициентом вскрыши, равным текущему, при разработке которых обеспечивается возможность стабилизации работ (контур 1, рис. 20).

2. Часть запасов со средним коэффициентом вскрыши больше текущего, где стабилизация невозможна при принятой добыче и текущем коэффициенте вскрыши (контур 2, рис. 20). Работа в этой части запасов в будущем невозможна без увеличения коэффициента вскрыши.

Основные расчетные параметры процесса развития горных работ в календарном периоде в конкретных горно-геологических условиях взаимообусловлены (связаны) и определяются по формулам.

$$D = \frac{\sqrt{\left(K_{\text{с.мин}} + \frac{1}{q}\right)^2 + 2 \cdot t \cdot V \cdot P} - \left(K_{\text{с.мин}} + \frac{1}{q}\right)}{t \cdot V}, \text{ млн. т.}, \quad (2)$$

где D – добыча угля разреза за календарный период, млн.т; P – объем работ разреза по горной массе (добыча + вскрыша) за календарный период, млн. м³; q – плотность угля, т/м³; t – время, число календарных периодов повторения таких же (добыча, коэфф. вскрыши) технологических циклов производства, ед.

$$Z_1 = \frac{2(K_m - K_{\text{с.мин}})}{V}, \text{ млн т.}, \quad (3)$$

где Z_1 – количество запасов, имеющих средний коэффициент вскрыши равный текущему K_t , млн.т.

$$t = \frac{\left(2 \cdot \left(P - D \left(K_{\text{с.мин}} + \frac{1}{q}\right)\right)\right)}{D^2 \cdot V}, \text{ дол. ед.}, \quad (4)$$

$$P = D \cdot \left(\frac{D \cdot t \cdot V}{2} + \left(K_{\text{с.мин}} + \frac{1}{q}\right)\right), \text{ млн м}^3, \quad (5)$$

$$V_1 = \frac{Z_1 \cdot (K_{\text{с.к}} - K_m)}{4}, \text{ млн м}^3, \quad (6)$$

где V_1 – общий объем вскрыши, переносимой на более ранние периоды при разработке запасов Z_1 , млн. м³.

$$V_{\text{мин}} = P_{\text{мин}} - \frac{D}{q}, \text{ млн м}^3, \quad (7)$$

где $V_{\text{мин}}$ – минимально необходимый объем вскрыши для добычи угля в объеме D , млн.м³; $P_{\text{мин}}$ – минимальный объем работ по горной массе периода при $t=1$, млн. м³.

$$K_{\text{с.п}} = \left(K_m - \frac{V_{\text{мин}}}{D}\right) \cdot \frac{D}{Z_1 - D}, \text{ млн т.}, \quad (8)$$

где $K_{\text{с.п}}$ – уменьшение среднего коэффициента вскрыши на последующие периоды отработки запасов Z_1 в результате выполнения объема вскрыши переносимой на более ранний первый период, м³/т.

$$K_{\text{у.д}} = \frac{D}{D_{\text{max}}}, \text{ дол. ед.}, \quad (9)$$

где D_{max} – максимальная добыча периода при $t=1$, млн.т.



С использованием представленных формул и данных таблицы 6 по объемам горных работ приведенного в качестве примера разреза можно рассчитать и построить по расчетным данным графическую интерпретацию основных перечисленных выше параметров развития горных работ.

Таблица 6. Объемы горных работ разреза

Table 6. Volumes of mining operations of the section

| Год | Добыча, тыс.т. (тыс.м ³) | Вскрыша, тыс. м ³ | Текущий коэффициент вскрыши, м ³ /т | Горная масса, тыс. м ³ |
|--|--|---------------------------------|--|---|
| 1 | 5700 (4071) | 35200 | 6,17 | 39271 |
| 2 | 5000 (3571) | 34200 | 6,84 | 37771 |
| 3 | 4930 (3521) | 33000 | 6,69 | 36521 |
| 4 | 4500 (3214) | 34200 | 7,60 | 36414 |
| 5 | 4990 (3564) | 33200 | 6,65 | 36764 |
| Всего за предшествующие 5 лет | 25120 (17943) | 169800 | 6,76 | 187743 |
| В среднем за год предшествующих 5 лет | 5024 (3588) | 33960 | 6,76 | 37548 |
| 6 | 5050 (3607) | 33250 | 6,58 | 36857 |
| Всего за предшествующие 5 лет | 24470 (17478) | 167850 | 6,86 | 185328 |
| В среднем за год предшествующих 5 лет | 4894 (3496) | 33570 | 6,86 | 37066 |

Прежде всего можно определить предельные показатели минимального объема вскрышных работ для выполнения плана производства добычи угля в текущем периоде и максимально возможной добычи при концентрации всех работ в объеме Р для добычи только наиболее доступных запасов в текущем периоде.

Минимальный объем вскрышных работ для выполнения плана производства добычи угля в текущем периоде в условиях на начало первого года

Таблица 7

| Время | Добыча, млн. т | Вскрыша, млн. м ³ | | | Коэффициент вскрыши, м ³ /т | | |
|---|----------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|--|------------------------|-------------------|
| | | всего (%) | в том числе | | всего | в том числе | |
| | | | минимальная текущая, (%) | на перспективу | | минимальный текущий | на перспективу |
| Месяц | 0,475 (1/12 года) | 2,933 (100) | 0,993 (33,8) | 1,940 | 6,17 | 2,09 | 4,08 |
| Квартал | 1,425 (1/4 года) | 8,800 (100) | 3,101 (35,2) | 5,699 | 6,17 | 2,18 | 3,99 |
| Год | 5,700 | 35,20 (100) | 14,64 (41,6) | 20,56 | 6,17 | 2,57 | 3,6 |
| Пятилетка (5 годовых программ первого года) | 28,500 | 176,0 (100) | 132,6 (75,3) | 43,40 | 6,17 | 4,65 | 1,52 |
| Пятилетка факт. (табл.6) | 25,120 | 169,8 (100) | 109,0 (64,0) | 60,80 | 6,76 | 4,34 | 2,42 |



Таблица 8. Максимально возможная добыча угля периода при концентрации всех работ в объеме Р для добычи только наиболее доступных запасов

Table 8. The maximum possible coal production of the period with the concentration of all work in volume P for the extraction of only the most available reserves

| Время | Добыча по программе, млн.т (K _{плд}) | Добыча максимальная, млн.т | Вскрыша, млн. м ³ | | | Коэффициент вскрыши, м ³ /т | | |
|---|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------|--|------------------------|-------------------|
| | | | всего | в том числе | | всего | в том числе | |
| | | | | минимальная текущая | на перспективу | | минимальный текущий | на перспективу |
| Месяц | 0,475 (0,51) | 0,930 | 1,98 | 1,98 | - | 2,13 | 2,13 | - |
| Квартал | 1,425 (0,53) | 2,69 | 5,99 | 5,99 | - | 2,23 | 2,23 | - |
| Год | 5,700 (0,54) | 10,54 | 31,74 | 31,74 | - | 3,01 | 3,01 | - |
| Пятилетка (5 годовых программ первого года) | 28,500 (0,85) | 33,6 | 172,4 | 172,35 | - | 5,13 | 5,13 | - |
| Пятилетка факт. (табл. 6) | 25,120 (0,77) | 32,66 | 164,4 | 164,4 | - | 5,03 | 5,03 | - |

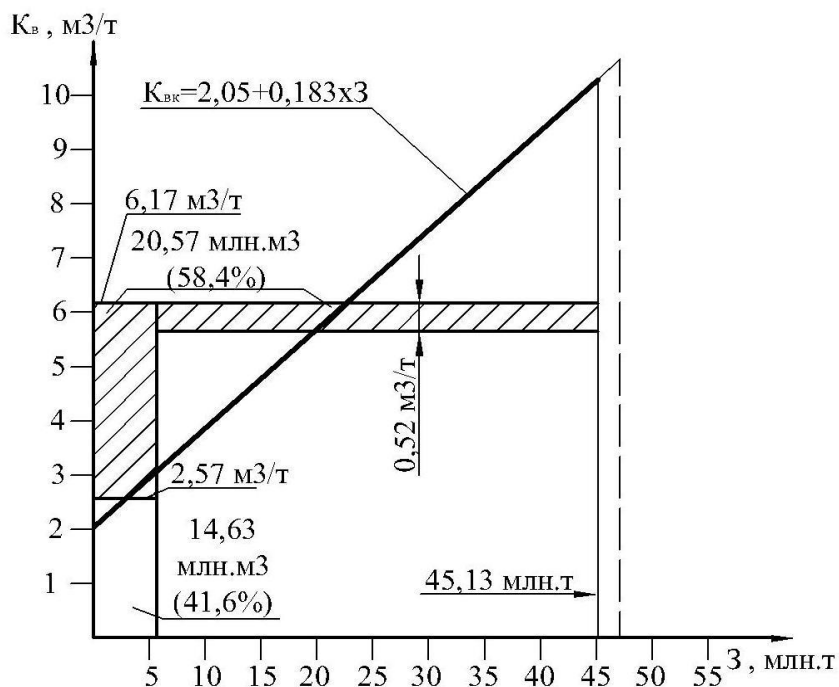


Рис. 21. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ первого года анализируемого разреза

Fig. 21. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the first year of the analyzed section



В дополнение к данным на рисунке 21 и таблицах 7 и 8 на основании аналитических расчетов можно добавить:

- объем вскрыши, переносимой на ближние периоды (V_1), составит 46,45 млн. м³;
- время отработки 45,13 млн.т. запасов с годовой добычей 5,7 млн. т составит (t) 7,92 года;
- запасы угля, вскрыша которого не подлежит стабилизации, составят всего 2,57 млн. т со средним коэффициентом вскрыши 10,53 м³/т;
- контурное значение коэффициента вскрыши для 45,13 млн.т. запасов составит 10,3 м³/т;
- снижение коэффициента вскрыши на 0,52 м³/т для запасов, добываемых в последующие периоды за счет выполнения 20,57 млн. м³ опережающей вскрыши в первом периоде (рис. 21) показано равномерным, хотя практически эти работы будут в большей мере направлены на приоритетное уменьшение остаточного коэффициента вскрыши для второго, третьего периодов, чем последующих.

Как следует из аналитической оценки, разрез в данном случае большие по объему вскрышные работы (58,4%) направил на подготовку запасов угля для отработки за следующие 7 лет с тем, чтобы, работая еще 3 года в таком же режиме и произведя всего 46,45 млн. м³ опережающей вскрыши, подготовить запасы угля на последующие 4 года, доведя для них остаточный коэффициент вскрыши до среднего значения 6,17 м³/т.

Тогда уже иначе будут выглядеть значения предельных показателей минимального объема вскрышных работ для выполнения плана производства добычи угля в текущем периоде и максимально возможной добычи при концентрации всех работ в объеме Р для добычи только наиболее доступных запасов в текущем периоде второго года работы разреза.

Минимальный объем вскрышных работ для выполнения плана производства добычи угля в текущем периоде в условиях на начало второго года

Таблица 9

Table 9

| Время | Добыча, млн.т | Вскрыша, млн. м ³ | | | Коэффициент вскрыши, м ³ /т | | |
|---|-------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|--|---------------------|----------------|
| | | всего (%) | в том числе | | всего | в том числе | |
| | | | минимальная текущая, (%) | на перспективу | | минимальный текущий | на перспективу |
| Месяц | 0,417 (1/12 года) | 2,85 (100) | 0,78 (27,4) | 2,07 | 6,84 | 2,09 | 4,75 |
| Квартал | 1,25 (1/4 года) | 8,550 (100) | 2,46 (28,7) | 6,09 | 6,84 | 2,18 | 4,66 |
| Год | 5,0 | 34,20 (100) | 11,88 (34,7) | 22,32 | 6,84 | 2,38 | 4,46 |
| Год (программа первого года в условиях второго) | 5,700 | 35,20 (100) | 13,98 (39,7)) | 21,22 | 6,17 | 2,45 | 3,72 |
| Пятилетка (5 годовых программ второго года) | 25,000 | 171,0 (100) | 132,6 (75,3) | 43,40 | 6,84 | 4,65 | 1,52 |
| Пятилетка факт. (табл. 6) | 24,47 | 167,85 (100) | 110,5 (66,0) | 60,80 | 6,86 | 4,52 | 2,34 |



Таблица 10. Максимально возможная добыча угля периода при концентрации всех работ в объеме Р для добычи только наиболее доступных запасов
Table 10. The maximum possible coal production of the period with the concentration of all work in volume P for the extraction of only the most available reserves

| Время | Добыча по программе, млн.т (К _{пл.}) | Добыча максимальная, млн.т (%) | Вскрыша, млн. м ³ | | | Коэффициент вскрыши, м ³ /т | | |
|--|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------|--|------------------------|-------------------|
| | | | всего | в том числе | | всего | в том числе | |
| | | | | минимальная текущая | на перспективу | | минимальный текущий | на перспективу |
| Месяц | 0,417 (0,35) | 1,18 (283) | 2,31 | 2,31 | - | 1,96 | 1,96 | - |
| Квартал | 1,25 (0,38) | 3,25 (260) | 7,12 | 7,12 | - | 2,19 | 2,19 | - |
| Год | 5,0 (0,48) | 10,29 (206) | 30,15 | 30,15 | - | 2,93 | 2,93 | - |
| Год (программа первого года в условиях второго) | 5,700 (0,54) | 10,60 (186) | 31,42 | 31,42 | - | 2,96 | 2,96 | - |
| Пятилетка (5 годовых программ второго года) | 25,00 (0,79) | 31,47 (126) | 166,4 | 166,37 | - | 5,29 | 5,29 | - |
| Пятилетка факт. (табл. 6) | 24,47 (0,79) | 31,09 (127) | 163,1 | 163,13 | - | 5,25 | 5,25 | - |

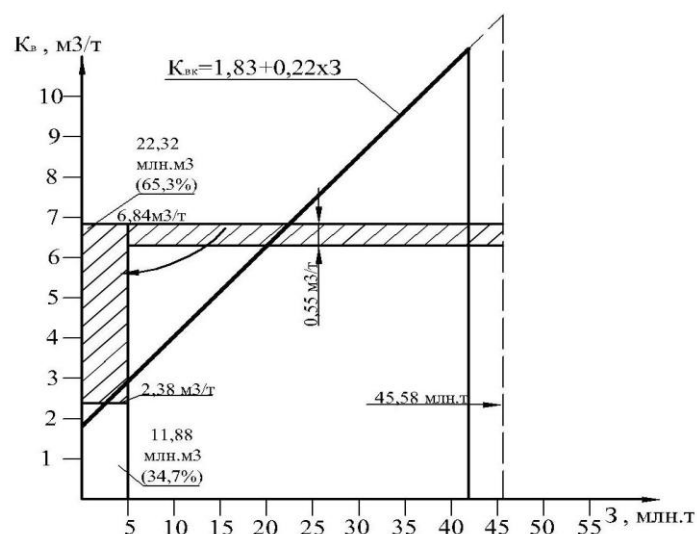


Рис. 22. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ второго года анализируемого разреза
Fig. 22. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the second year of the analyzed section



Это как раз тот случай, когда коэффициент вскрыши текущего года $6,84 \text{ м}^3/\text{т}$ выше остаточного для запасов $6,46 \text{ м}^3/\text{т}$.

В дополнение к данным на рисунке 22 и таблицах 9 и 10 на основании аналитических расчетов можно добавить:

- объем вскрыши, переносимой на ближние периоды (V_1) составит $57,2 \text{ млн. м}^3$, что на $16,5 \text{ млн. м}^3$ больше необходимого разреза и этот объем вскрыши будет направляться на снижение коэффициента вскрыши остаточных $37,0 \text{ млн. т}$ запасов угля;

- время отработки расчетных $45,58 \text{ млн. т.}$ запасов (хотя у разреза осталось всего $42,0 \text{ млн. т.}$) с годовой добычей $5,0 \text{ млн. т}$ составит (т) $9,1$ года;

Как следует из аналитической оценки, разрез в данном случае еще большие по объему (на $1,75 \text{ млн. м}^3$) вскрышные работы ($65,3\%$ общей вскрыши) направил на подготовку запасов угля для отработки на будущее в ущерб текущему году.

Условия горных работ для добычи остаточных запасов угля на начало второго года работ в целом характеризуются остаточным коэффициентом вскрыши $6,46 \text{ м}^3/\text{т}$ против условий начала первого года $6,42 \text{ м}^3/\text{т}$, т. е. несколько сложнее. В то же время меньшее значение минимального контурного коэффициента вскрыши ($1,83 \text{ м}^3/\text{т}$ второго года против $2,05 \text{ м}^3/\text{т}$ первого года) обеспечивает разрезу более простые условия работ только в краткосрочной перспективе (месяц, квартал, год). Для сравнения – минимально необходимый объем вскрыши в условиях второго года составил бы при программе первого года $13,98 \text{ млн. м}^3$, а не $14,63 \text{ млн. м}^3$ (рис. 23).

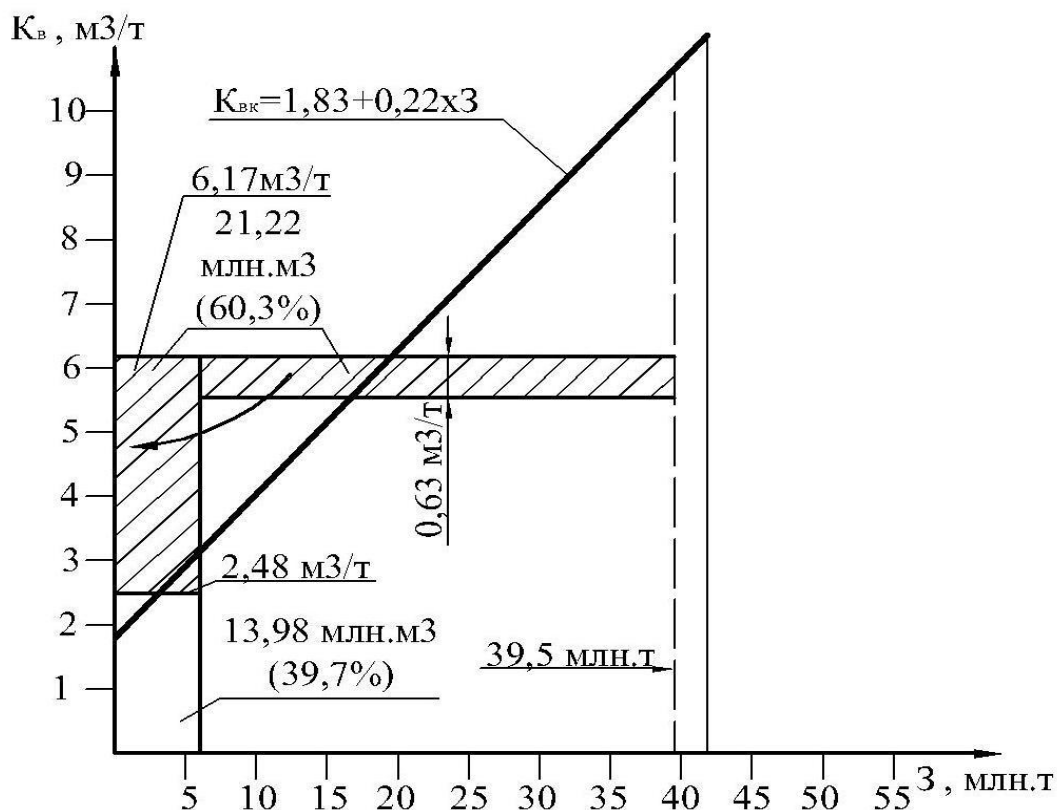


Рис. 23. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ в условиях второго года анализируемого разреза при выполнении объемов работ программы первого года

Fig. 23. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations in the conditions of the second year of the analyzed section when performing the volumes of work of the program of the first year



В дополнение к данным на рисунке 23 и таблиц на основании аналитических расчетов можно добавить:

- объем вскрыши, переносимой на ближние периоды (V_1), составил бы при этом 42,9 млн.м³;
- время отработки 39,5 млн.т. запасов с годовой добычей 5,7 млн. т составит (t) 6,92 года;
- запасы угля, вскрыша которого не подлежит стабилизации, составят всего 2,5 млн. т со средним коэффициентом вскрыши 10,53 м³/т;
- контурное значение коэффициента вскрыши для 45,58 млн.т. запасов составит 10,3 м³/т.

Как следует из аналитической оценки, разрез в данном случае также большие по объему вскрышные работы (21,22 млн. м³ – 60,3%) направил бы на подготовку запасов угля для отработки за следующие 6 лет с тем, чтобы работая еще 2,5 года в таком же режиме и произведя всего 42,9 млн. м³ опережающей вскрыши, подготовить запасы угля на последующие 3,5 года, доведя для них остаточный коэффициент вскрыши до среднего значения 6,17 м³/т.

Также с превышением средних текущих коэффициентов вскрыши за пятилетия над остаточными коэффициентами вскрыши запасов угля разработаны программы первого (1-5 год) и второго (2-6 год) пятилетия (рис. 24 и 25). Но минимально необходимые объемы вскрышных работ для выполнения добычи в процентном отношении здесь значительно выше (64,0 и 66,0%) чем в годовых (41,6 и 34,7%) программах их первых лет. Но и эти программы создают на будущее возможность доработки запасов с меньшими остаточными коэффициентами вскрыши 6,04 и 5,9 м³/т соответственно.

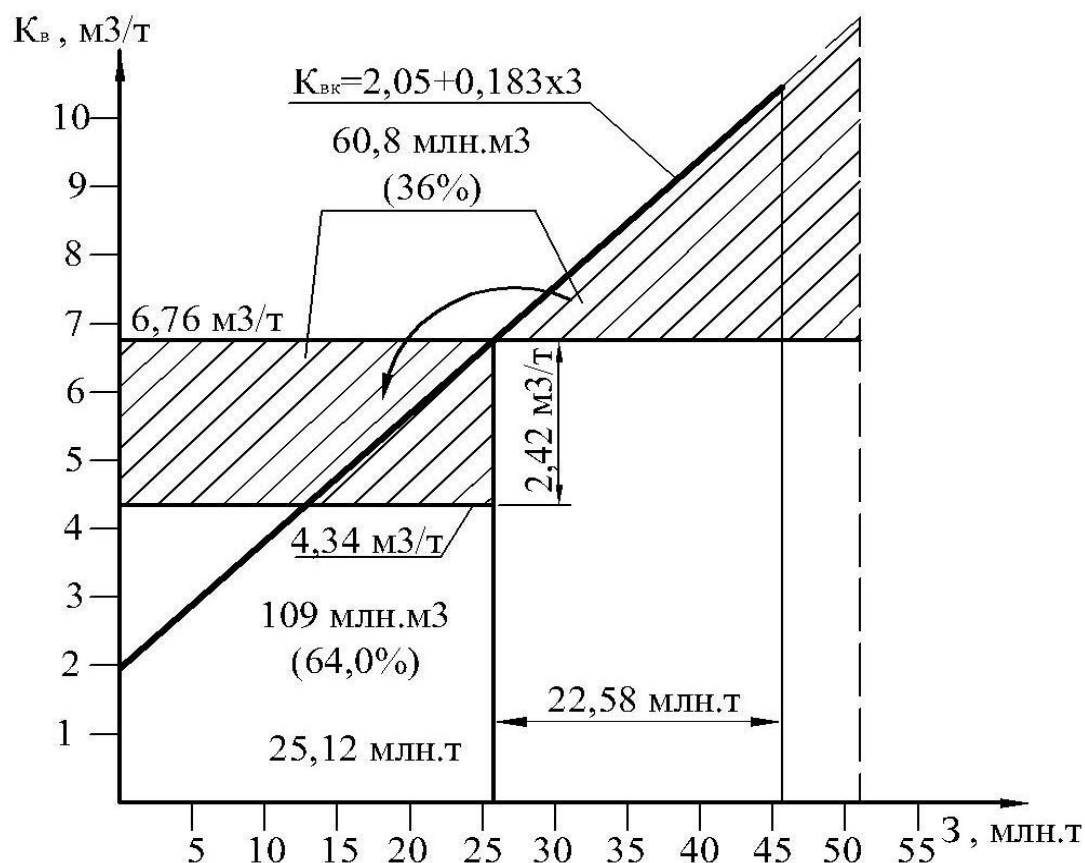


Рис. 24. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ первого пятилетия анализируемого разреза

Fig. 24. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the first five years of the analyzed section

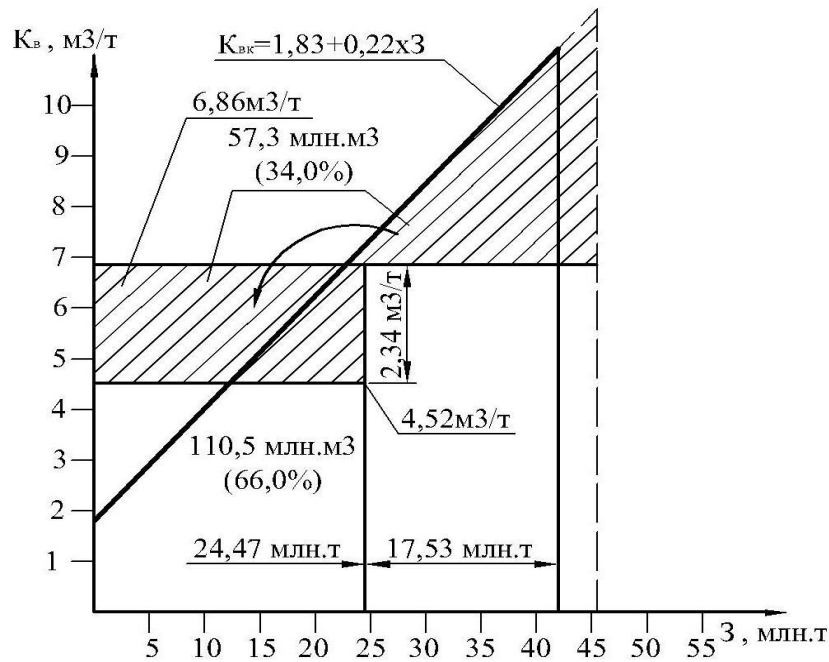


Рис. 25. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ второго пятилетия анализируемого разреза

Fig. 25. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the second five-year period of the analyzed section

Работа в пятилетия на уровне средних остаточных коэффициентов вскрыши должна была дать дополнительно 1.2 и 1.38 млн. т добычи угля (рис. 26 и 27).

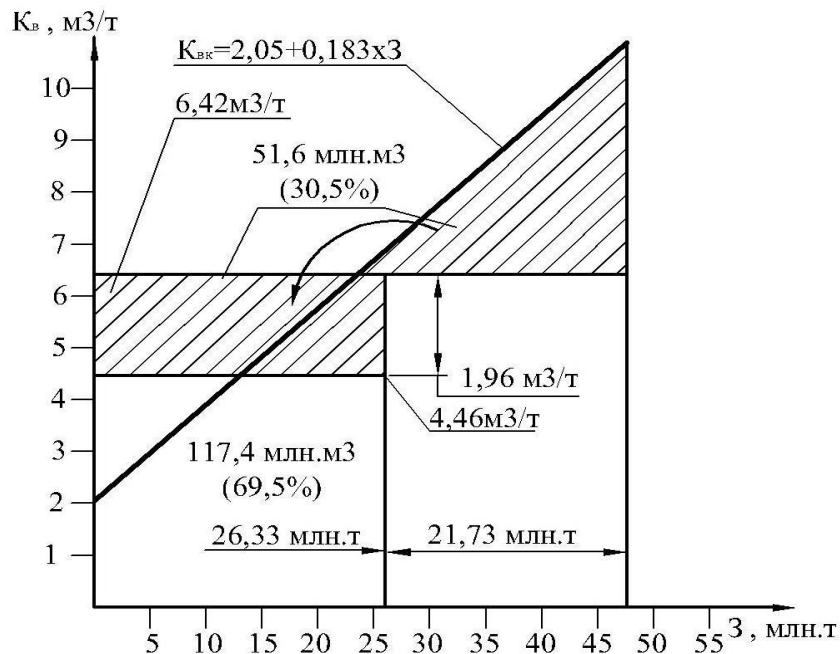


Рис. 26. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ первого пятилетия анализируемого разреза, откорректированная с учетом ограниченных запасов угля месторождения

Fig. 26. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the first five years of the analyzed section, adjusted taking into account the limited coal reserves of the deposit

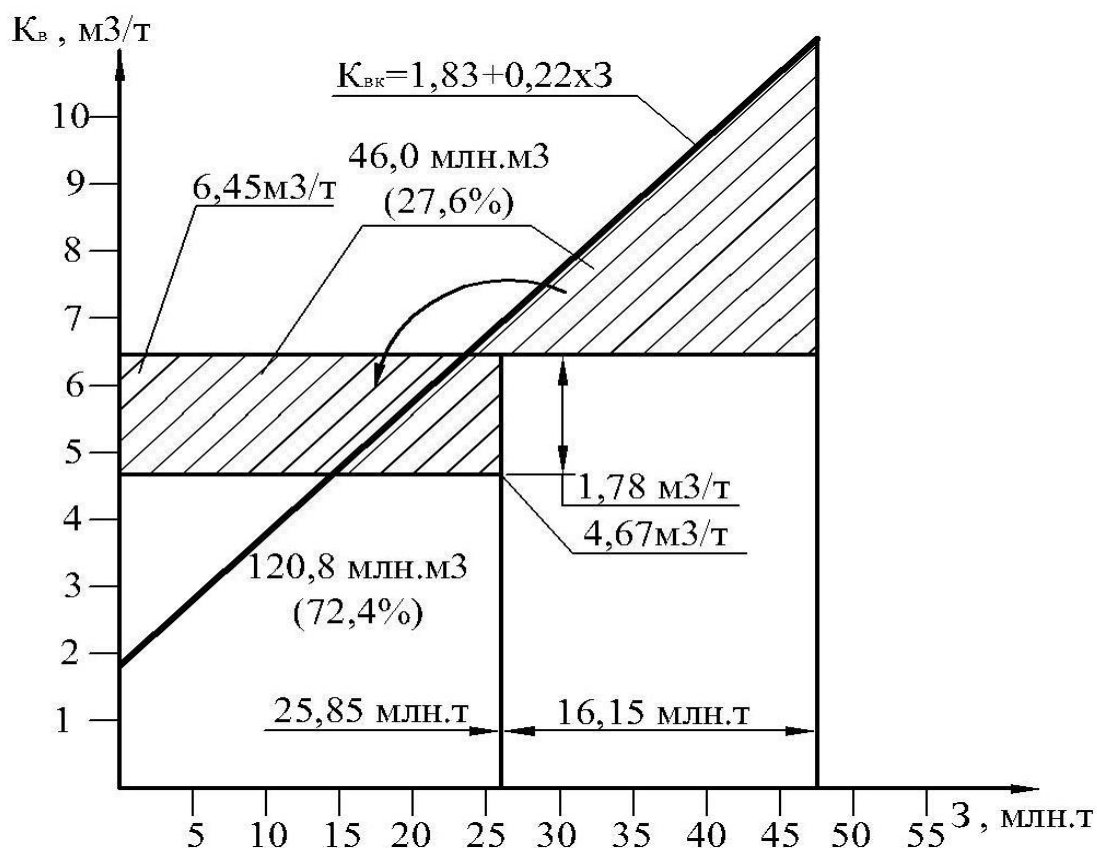


Рис. 27. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ второго пятилетия анализируемого разреза, откорректированная с учетом ограниченных запасов угля месторождения

Fig. 27. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the second five-year period of the analyzed section, adjusted taking into account the limited coal reserves of the deposit

Как следует из представленных выше результатов определения основных расчетных параметров процесса развития горных работ в конкретных горно-геологических условиях примера, всегда значительными остаются объемы вскрышных работ текущего периода для перспективы, запасы для стабильной работы Z_1 и время для их добычи t , объем вскрыши переносимой на более ранние периоды V_1 . Ниже представлены результаты моделирования развития горных работ при ограничении времени стабильной работы разреза среднесрочной перспективой 5 лет (рис. 28 и 29).

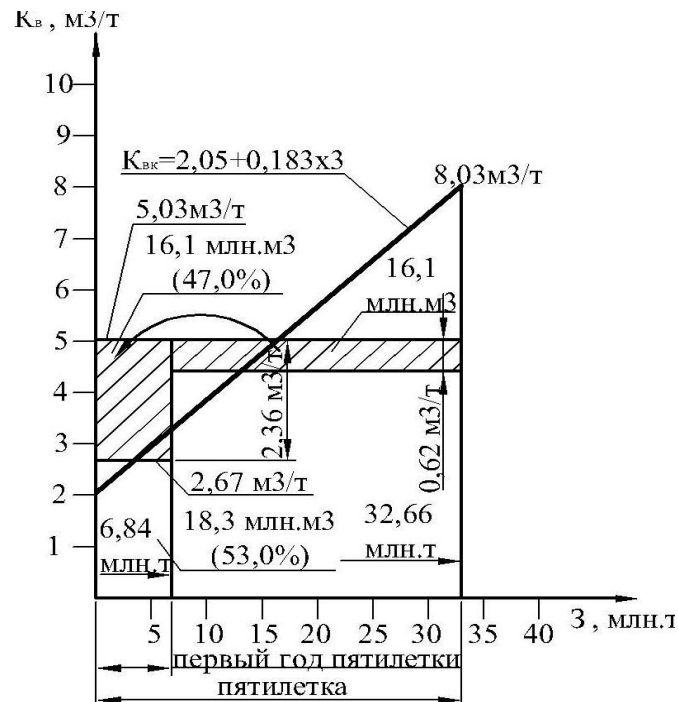


Рис. 28. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ первого года анализируемого разреза при реализации максимальных возможностей по добыче угля за первое пятилетие.

Fig. 28. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the first year of the analyzed section when realizing the maximum coal mining opportunities for the first five years.

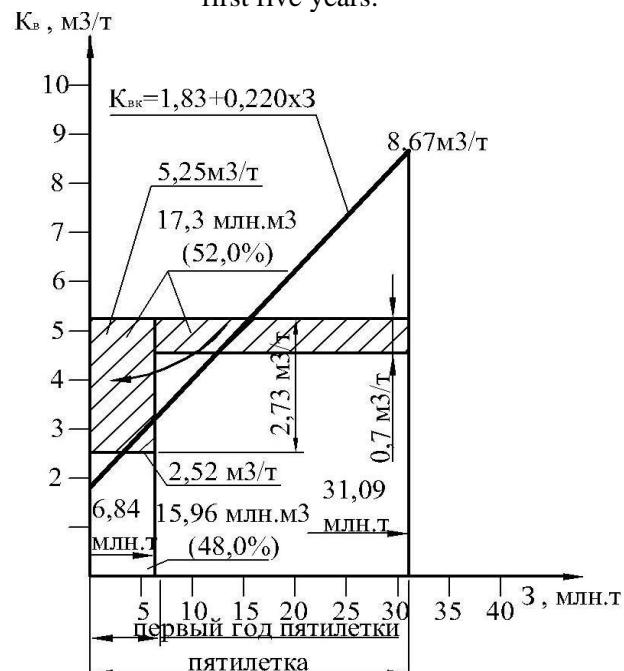


Рис. 29. Графическая интерпретация распределения объемов вскрышных и добычных работ второго года анализируемого разреза при реализации максимальных возможностей по добыче угля за второе пятилетие

Fig. 29. Graphical interpretation of the distribution of the volumes of stripping and mining operations of the second year of the analyzed section in the implementation of maximum coal production opportunities for the second five years



В дополнение к данным на рисунке 28 на основании аналитических расчетов можно добавить:

- объем вскрыши, переносимой на ближние периоды (V_1) составит 24,5 млн. м³, в том числе в первый год пятилетия 16,1 млн. м³, вместо 46,45 млн. м³ по программе разреза (рис. 28);
- время отработки 32,66 млн.т. запасов с годовой добычей 6,84 млн. т первого года и среднегодовой добычей за пятилетку 6,53 млн. т составит (t) 5 лет.

Таблица 11. Показатели работы разреза при разной концентрации работ первого года
Table 11. Performance indicators of the section at different concentrations of work in the first year

| Показатели | При стабилизации условий работы | | |
|--|---------------------------------|--------------|--------------|
| | на 8 лет | на 5 лет | на 1 год |
| Добыча, млн. т | 5,7 | 6,84 | 10,54 |
| Коэфф. вскрыши, м ³ /т. | 6,17 | 5,03 | 3,01 |
| Вскрыша всего, млн. м ³ | 35,2 | 34,4 | 31,74 |
| в том числе: на перспективу | 20,57 (58,4%) | 16,1 (47,0%) | - |
| на текущую добычу | 14,63 (41,6%) | 18,3 (53,0%) | 31,74 (100%) |
| На подготовку перспективных запасов, м ³ /т | 0,52 | 0,62 | - |
| Вскрыша опережающая, млн. м ³ | 46,45 | 24,5 | - |

Как следует из представленных примеров результатов расчета большая концентрация работ позволяет значительно улучшить показатели работы разреза и уменьшить переносимые объемы и сроки переноса вскрыши на более ранние периоды [6].

Сравнение результатов расчета показателей первого и второго пятилетия, их первых лет (рис. 28 и 29) позволяет утверждать, что результаты работы каждого года существенно зависят от результатов работы предшествующих лет и одновременно вносят свой вклад в результаты будущей работы разреза. Например, в программу второго пятилетия год 6 включен с добычей 5,05 млн. т. и текущим коэффициентом вскрыши 6,58 м³/т. Контурное значение коэффициента вскрыши для добычи этого года составляет 8,49 м³/т и если не начать подготовительную работу по вскрыше заранее, то программа года по добыче будет не выполнена. В представленном примере контурное значение коэффициента вскрыши запасов угля для отработки в первом пятилетии составляет 8,03 м³/т при среднем значении 5,03 м³/т (рис. 28), ставшим нормативным коэффициентом вскрыши первого года. С включением в программу работ года 6 контурное значение коэффициента вскрыши второго пятилетия составило уже 8,95 м³/т при среднем значении за пятилетие 5, равным 6 м³/т, ставшим нормативным для второго года. Прирост текущего коэффициента вскрыши во втором году относительно первого на 0,57 м³/т является первым вкладом второго года в выполнение программы горно-подготовительных вскрышных работ года 6.

Представленная методика позволяет учесть влияние изменения отдельных направлений работ на параметры положения горных работ на начало очередного года и определить ожидаемые изменения показателей работы разреза в результате этого. Так, для упомянутого выше случая с переносом в первом году 1,5 млн. м³ вскрыши на другое направление улучшились бы показатели работы во втором году. Например, максимально возможная добыча угля второго года увеличилась бы с 10,29 до 10,51 млн. т, а минимальный коэффициент вскрыши на текущую добычу снизился бы с 2,38 до 2,25 м³/т.

Выводы

Представленные уравнения положения горных работ на отчетный момент времени количественно характеризуют распределение оставшихся промышленных запасов угля по мере увеличения контурного коэффициента оставшейся вскрыши и являются качественной основой для принятия дальнейших решений при планировании производства горных работ на текущую



и отдаленную перспективу. Использование параметров распределения запасов по оставшейся вскрыше и предлагаемой методики расчетов позволяет учесть при определении основных показателей вариантов развития, направлений горных работ горно-геологические условия их производства и концентрацию горных работ.

Результаты использования методики при расчетах примеров позволяют сделать следующие рекомендации:

1. Средний остаточный коэффициент вскрыши запасов должен являться верхним пределом текущего коэффициента вскрыши планируемого периода. Превышение текущего коэффициента вскрыши и даже равенство остаточному означает максимальные значения показателей децентрации горных работ, времени и объема вскрыши переносимого с поздних на более ранние периоды разработки, максимальную долю текущей вскрыши направляемую для будущего и минимальную для добычи текущего периода, минимальную текущую добычу и минимальное удельное снижение остаточного коэффициента вскрыши для будущих периодов.

2. При планировании коэффициента вскрыши на текущий период целесообразно использовать следующий подход. Первоначально наметить план производства добычи на среднесрочную перспективу, например 5 лет, для которой текущий период будет первым, и для этой добычи установить временный контур погашения работ, определить объем контурной вскрыши и средний коэффициент вскрыши временного контура погашения работ на среднесрочную перспективу.

3. Значение среднего контурного коэффициента вскрыши среднесрочной перспективы сделать нормативным для первого периода (года). При планировании работ по вскрыше и добыче первого года по направлениям ограничивать их производство временным контуром погашения работ для среднесрочной перспективы. В дальнейшем повторять эту процедуру, уточняя добычу второго и последующих лет, определившись с добычей следующего нового последнего года перспективы и новым контуром погашения его работ. Далее определять значение среднего коэффициента вскрыши для обновленного среднесрочного этапа, сделав его нормативным для планирования работ следующего года и т.д.; каждый раз при планировании работ по вскрыше и добыче очередного года по направлениям ограничивать их производство временным контуром погашения работ для среднесрочной перспективы этого года.

Список источников

1. Букринский В.А. Геометрия недр: учебник для вузов // М.: Горная книга. – 2012. – 550 с.
2. Арсентьев А.И. Управление запасами горной массы в карьерах / А.И. Арсентьев, А.Ф. Богачев, Б.К. Овдиенко, Г.Н. Сиртюк, А.Е. Сигачев // Мурманск. – 1972. – 144 с.
3. Адигамова Я.М. Нормирование запасов руд по степени подготовленности к добыче / Я.М. Адигамова, В.П. Зарайский // М.: Недра. – 1978. – 264 с.
4. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В. В. Хронин. – М.: Изд-во Академии горных наук. – 2001. – Т.1. – 519 с.
5. Ржевский В. В. Открытые горные работы // М.: Недра. – 1985. – 549 с.
6. Хохряков В.С. Проектирование карьеров // М., Недра. – 1980. – 336 с.
7. Кузнецов В.И. Управление горными работами на разрезах Кузбасса // Кемерово, Кузбассвуиздат, 1997. – 164 с.
8. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости добычи и обогащения угля (сланца) // М., Минтопэнерго РФ. – 1996. – 76 с.
9. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости добычи руды (песков) при очистных работах на предприятиях цветной металлургии // М., Комитет по металлургии РФ. – 1993. – 49 с.
10. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости добычи полезных ископаемых на предприятиях черной металлургии // М., Комитет по металлургии РФ, 1993. – 51 с.
11. Отраслевая инструкция по учету балансовых и расчету промышленных запасов, определению, нормированию, учету и экономической оценке потерь угля и сланца при добыче // М., Министерство угольной промышленности СССР. – 1974. – 144 с.



12. Инструкция по расчету промышленных запасов, определению и учету потерь угля (сланца) в недрах при добыче // М., Минтопэнерго РФ. – 1996. – 45 с.
13. Типовые методические указания по определению, нормированию, учету и экономической оценке потерь твердых полезных ископаемых при их добыче // М., Госгортехнадзор. – 1972.
14. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 года №599 (с изменениями на 21 ноября 2018 года).
15. Ермолаев В.А. О степени доступности запасов полезных ископаемых для добычи / В.А. Ермолаев, А.А. Сысоев, Я.О. Литвин, А.В. Селюков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – № 1 (119). – С. 26-31.
16. Ермолаев В.А. Сравнение и связь горно-геологических условий и программ работ карьеров / В.А. Ермолаев, Я.О. Литвин, А.В. Селюков // В сб.: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2016. Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 12.
17. Ермолаев В.А. О классификации запасов полезных ископаемых по степени их подготовленности к добыче / В.А. Ермолаев, Я.О. Литвин // В сб.: Современные тенденции и инновации в науке и производстве. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 30-31.
18. Литвин Я.О. Моделирование условий горных работ разрезов / Я.О. Литвин, В.А. Ермолаев // В сб.: Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности. сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции. – Институт угля СО РАН. – 2014. – С. 197-200.
19. Ермолаев В.А. Незавершенное производство на разрезах / В.А. Ермолаев, А.А. Сысоев, Я.О. Литвин // В сб.: Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности. сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции. – Институт угля СО РАН. – 2014. – С. 200-202.
20. Голубин К.А. Моделирование и анализ состояния открытых горных работ / К.А. Голубин, В.А. Ермолаев // В сб.: IV Всероссийская, 57 научно-практическая конференция молодых ученых «Россия молодая». – Кемерово, КузГТУ. – 2012. – С. 23-26.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© 2021 Авторы. Издательство Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Эта статья доступна по лицензии CreativeCommons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Информация об авторах

Ермолаев Вячеслав Андреевич,

докт. техн. наук, профессор

e-mail: eva.rmpio@kuzstu.ru

Селюков Алексей Владимирович,

докт. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой открытых горных работ

e-mail: alex-sav@rambler.ru

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, 650000, ул. Весенняя, 28



DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR EVALUATION OF THE STATE OF MINING OPERATIONS OF OPEN PIT MINES TO DETERMINE THEIR COAL MINING CAPABILITIES

Vyacheslav A. Ermolaev, Alexey V. Selyukov

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University



Article info

Received:

25 August 2021

Revised:

06 October 2021

Accepted:

15 November 2021

Keywords: open pit mining,
mining front development,
industrial coal reserves, stripping
ratio, work in progress, reserves'
availability degree, quarry
design

Abstract.

At conducting at open pit mines of obligatory state reporting on movement in the course of mining works of reserves of coal there is no accounting of movement of volumes of the preparatory stripping works which close access to reserves, despite considerable, defining economy of open coal mining, expenses for their production. There is no accounting in the reference to the reserves being finalized the volumes of overburden remaining in the boundaries of the work in total and including with not started in the contour layers mining preparatory overburden works and performed on the upper horizons partially. It is unknown the advanced volumes of stripping on the upper horizons, which have not yet been completed with coal extraction, etc. Because of this situation, all the existing estimates of the position of mining works, their possibilities for coal extraction at a certain productivity of the section on the rock mass are largely subjective.

This article presents an analysis of the information available at the open-pit mines of JSC "Kuzbassrazrezugol" about the position of mining works and their development. The tabular forms of the account, mutually coordinated within the limits of intermediate contours of mining works (technological cycle of producing of coal mining) movement of industrial reserves of coal and volumes of overburden closing access to reserves for the accounting period are developed. The tabular and graphic forms of information about the position of mining works at the reporting time and the analytical characteristics of the position are developed. The forms are filled with information with a conditional example. A methodology was developed to determine the indicators of the development of mining operations in the open pit, taking into account the current position of the works.

For citation Ermolaev V.A., Selyukov A.V. (2021) Development of a methodology for evaluation of the state of mining operations of open pit mines to determine their coal mining capabilities, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 3(14):4. DOI: 10.26730/2618-7434-2021-3-4-49

References

1. Gerike, B.L. Primenenie vibrodiagnostiki pri provedenii jekspertizy promyshlennoj bezopasnosti shagajushhih jekskavatorov/ B.L. Gerike, P.B. Gerike // Naukoemkie tehnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nyh resursov, № 1. – Novokuzneck. – 2014. – S. 42-46.
2. Shardakov I., Shestakov A., Tsvetkov R., Yepin V. Crack diagnostics in a large-scale reinforced concrete structure based on the analysis of vibration processes. AIP Conference Proceedings 2053, 040090 (2018). <https://doi.org/10.1063/1.5084528>
3. Gol'din, A. S. Vibracija rotornyh mashin. – M.: Mashinostroyeniye, 1999. – 344 s.
4. Nerazrushajushhij kontrol'. Spravochnik v 7 tomah pod redakciej chl.-korr. RAN V.V. Kljueva, t.7 – Moskva, 2005. – 828 s.
5. V. Pozhidaeva. Determining the roughness of contact surfaces of the rolling bearings by the method of shock pulses. World Tribology Congress III, September 12-16, 2005, Washington, D.C., USA



6. Tse P., Peng Y., Yam R. Wavelet Analysis and Envelope Detection For Rolling Element Bearing Fault Diagnosis—Their Effectiveness and Flexibilities. *Journal of Vibration and Acoustics*. 2001. Vol. 123. Pp 303-310. DOI: 10.1115/1.1379745.
7. Krakovskij, Ju. M. Matematicheskie i programmnye sredstva ocenki tehničeskogo sostojanija oborudovanija. / Novosibirsk: Nauka, 2006. – 227 s.
8. Barkov, A.V. Vibracionnaja diagnostika mashin i oborudovanija. Analiz vibracii. Uchebnoe posobie / A.V. Barkov, N.A. Barkova / Izdatel'stvo SPbGMTU. – Sankt Peterburg, 2004. — 156 s.
9. Gerike, P.B. Metody diagnostiki gorno-shahtnogo oborudovanija // Trudy IV Vserossijskoj konferencii. V 2-h tomah. Nauchn. red. V. V. Moskvichev. – 2012. – S. 217-220.
10. Bently D.E., Hatch C.T. “Fundamentals of rotating Machinery Diagnostics”, Bently Pressurized Press, 2002, P.726.
11. F. Balducchi, M. Arghir, S. Gaudillere. Experimental analysis of the unbalance response of rigid rotors supported on aerodynamic foil bearings. *Proceedings of ASME Turbo Expo 2014: Turbine Technical Conference and Exposition GT2014*. June 16 – 20, 2014, Düsseldorf, Germany.
12. Skeinik R., Petersen D. Automated fault detection via selective frequency band alarming in PC-based predictive maintenance systems. CSI, Knaxville, TN 37923, USA.
13. Liu G., Parker R. Dynamic Modeling and Analysis of Tooth Profile Modification for Multimesh Gear Vibration. *Journal of Mechanical Design*. 2008. Vol. 130. Pp 121402/1 - 121402-13. DOI: 10.1115/1.2976803
14. Gerike, P.B. Vibrodiagnostika planetarnyh reduktorov ka'ernyh jekskavatorov // Jenergetičeskaja bezopasnost' Rossii. Novye podhody k razvitiju ugol'noj promyshlennosti: Trudy mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. – Kemerovo: KVK «Jekspo-Sibir», 2013 – S. 44-49.
15. Eshherkin, P.V. Razrabotka metodiki diagnostirovanija i prognozirovanija tehničeskogo sostojanija dizel'-gidravličeskikh burovyh stankov. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehničeskikh nauk. Kemerovo. – 2012. – 18 s.
16. Luk'janov, A.V. Klassifikator vibrodiagnostičeskikh priznakov defektov rotornyh mashin. / Irkutsk: Izdatel'stvo IrGTU, 1999. – 230 s.
17. Gercbah, I. Teorija nadezhnosti s prilozhenijami k profilaktičeskomu obsluzhivaniju: Monografija / Pod red. V.V. Rykova; per. s angl. M.G. Suhareva. M.: GUP Izd-vo «Nef' i gaz» RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 2003. – 263 s.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

© 2021 The Authors. Published by T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Information about the authors

Vyacheslav A. Ermolaev,
Dr. Sc. (Tech.), Professor
e-mail: eva.rmpio@kuzstu.ru

Aleksei V. Selyukov,
Dr. Sc. (Tech.), Associated Professor, Head of Open Pit Mining Department
e-mail: alex-sav@rambler.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 28 Vesennaya st., 650000, Russian Federation