

прошиваются оба концевых кольца соединяемых отрезков труб;

- поверх соединения одевается проволочный хомут, так называемая «удавка».

В первом случае в ткани трубы прокалываются дополнительные отверстия, которые со временем расширяются самопроизвольно, что приводит к снижению герметичности.

Во втором случае - диаметр трубопровода в месте соединения уменьшается на 10-15 см, что значительно увеличивает его аэродинамическое сопротивление и в конечном счете сокращает длину проветривающего тупика. Как в первом, так

и во втором случаях ухудшаются аэродинамические свойства вентиляционного става, и эти методы нельзя считать совершенными и эффективными.

В настоящее время при участии автора разработаны и созданы новые соединения гибких шахтных вентиляционных труб, лишенных указанных недостатков (патент SU 1724889 и патент RU 2055214 [1,2]).

Для выявления эффективности этих новых соединений проведены сравнительные испытания различных соединений на надежность. Методикой испытания предусматривались многократная остановка и запуск вентилятора и фиксирова-

лось число таких циклов до очередного разрыва става, т.е. отказа системы проветривания. Результаты испытаний на специальном стенде приведены в таблице.

Стендовыми испытаниями установлено, что стыковые соединения нового типа (СВТ-1 и СВТ-2) обладают высокой степенью надежности, в них не было рассоединений при остановках – включениях ВМ, соответствующих среднему сроку службы вентиляционных труб. Об этом также свидетельствуют результаты промышленных испытаний в условиях шахт «Березовская» и «Распадская» [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. SU 1724889 A1 E21 F 1 / 06. Соединения гибких вентиляционных труб / В.М.Абрамов, А.М.Ермолаев, В.П.Птицын (СССР); Заявлено 23.0589; Опубл. 07.04.92, Бюл. №12.
2. Пат.RU 2055214 C1 E21 F 1/ 06. Соединения гибких вентиляционных труб / А.М.Ермолаев, А.А.Ермолаев (РФ); Заявлено 10.08.93; Опубл. 27.02.96; Бюл. №6.
3. Ермолаев А.М. Аэрогазодинамика тупиковой подготовительной выработки / Под ред. П.В. Егорова.- Кемерово,2001. –105 с.

□ Автор статьи:

Ермолаев

Алексей Михайлович

- докт .техн. наук, доц. каф .разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом

УДК 622.014.5

О.А.Островерх

О ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НОВОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА КУЗБАССА (ТЕРСИНСКОГО)

При проектировании новых угледобывающих предприятий на неосвоенном месторождении, из-за отсутствия многих данных, возникает неопределенность в решении задач размещения технологических объектов - промплощадки шахты, породных отвалов, обогатительной фабрики и подъездных путей, которые функционируют в течение долгого времени.

Очевидна взаимосвязанность этих задач. Так, при изменении положения обогатительной фабрики изменяется оптимальное местоположение

промплощадки шахты и подъездных путей, т.к. каждый из объектов обладает собственной транспортно-технологической характеристикой [1].

В практике работы проектных организаций оптимизация размещения производственных объектов проводится раздельно: промплощадка шахты выбирается при фиксированном положении обогатительной фабрики; подъездные пути от фабрики до промплощадки проектируются (без учета перспективы развития угольного района) при заданных местоположениях пром-

площадки и фабрики.

Необходимо решать эти задачи совместно, на основе системного подхода, объединяя их в единую задачу раскройки месторождения на шахтные поля.

Институт угля и углехимии СО РАН приступил к выполнению НИР по оценке целесообразности освоения нового геолого-экономического района Кузбасса (Терсинского) [2].

Объектом исследования является Терсинский геолого-экономический район Кузнецкого угольного бассейна.

Территория Терсинского

угленосного района относится к Новокузнецкому району Кемеровской области. Район занимает площадь около 2600 км² в юго-восточной части Кузнецкого бассейна, граничит с Ернаковским, Центральным, Салтымаковским, Томь-Усинским, Тутуяским и Байдаевским районами.

Западной границей района является река Томь, северной – Салтымаковский хребет и река Нижняя Терсь, остальные границы проводятся по геолого-структурным признакам и довольно условны – с востока это предгорья Кузнецкого Алатау, с юга – горы Горной Шории.

Коммуникационная сеть Терсинского геолого-экономического района представляет собой совокупность слаборазвитых автомобильных и железнодорожных дорог и линий электропередачи.

Дороги представлены двумя видами: с покрытием и без

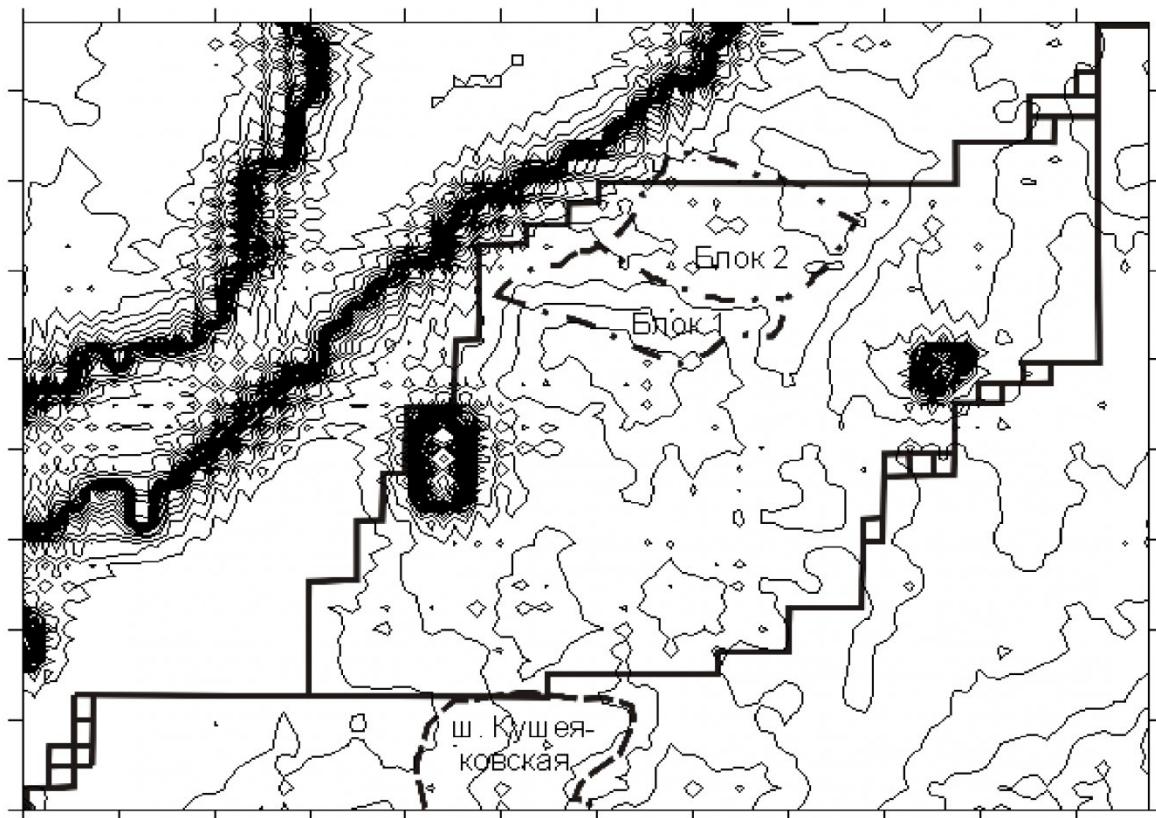
покрытия. Существующие автомобильные дороги с покрытием имеют неразветвленную сеть, вытянутую преимущественно в меридиональном направлении, связывающую все населенные пункты с г. Новокузнецк. Общая протяженность сети автодорог с покрытием составляет не более 100 км. В пределах района существует только один мост, пригодный для автомобильного движения – через Верхнюю Маганакова на участке Осиновое Плесо – поселок Мутный. Остальные водные препятствия преодолеваются автотранспортом посредством временных переправ.

Единственное ответвление автомобильной дороги выполнено вблизи населенного пункта Осиновое Плесо и связывает его с поселком Загадное, где осуществляется кустарная эксплуатация природного минерального водного источника. Данное ответвление ориентировано с За-

пада на Восток с резким поворотом после населенного пункта Макариха на юг.

Дороги без покрытия, так называемые проселочные, имеют более разветвленную сеть и протяженность. Самая протяженная из них (около 70 км), проходит по берегу реки Томь от Новокузнецка до деревни Ячменюха и бывает проездом для автомобильного транспорта только в межсезонный период года, а в остальное время часто затапливается водами Томи и ее притоков. Другие проселочные дороги являются продолжением существующих дорог с покрытием: от Мутного до Ячменюхи и далее на Север, от Загадное на Восток до границы Государственного заповедника «Кузнецкий Алатау» и не имеют промышленного значения.

Железные дороги нормальной колеи представлены существующими путями, обслуживаемыми угледобывающими



Транспортно-технологическая характеристика на поверхности поля УДК «Увальный»

- оптимальная трасса коммуникационного коридора;
- - - граница блока 1 и блока 2;
- - - граница поля ш.Кушечковская;
- ⊖ - изолинии поверхности

предприятиями. Ближайшие станции (Бардино, Кургеш), принадлежащие Кузбасскому отделению Западно-Сибирской железной дороги ОАО «Российские Железные дороги», расположены южнее данного геолого-экономического района. Функционирующая в настоящее время шахта «Полосухинская» осуществляет погрузку угля в железнодорожные вагоны силами собственного погрузочно-транспортного управления и затем передает железнодорожные составы в ведение Западно-Сибирской железной дороги на станции Бардино.

Особенностью Терсинского геолого-экономического района является то, что на севере и востоке района нет промышленно развитых соседей. Однако существуют проекты промышленного освоения Центрального и Салтымаковского районов, в частности по территории этих районов может в недалеком будущем пройти железнодорожная ветка Терентьевская-Белогорск, организовав, таким образом, пятый транспортный выход из Кузбасса. На западе располагается интенсивно развивающийся Ерунковский геолого-экономический район, в котором уже есть широко развитые сети железных и автомобильных дорог и линий электропередачи. Однако этот район отделен от Терсинского естественной преградой – рекой Томь. На юго-востоке Терсинский район граничит с Томь-Усинским геолого-экономическим районом, в южной части которого также ведется промышленное освоение угольных месторождений, широко развиты сети автомобильных и железных дорог и линий электропередачи. На юге соседом является Тутуяуский геолого-экономический район, в котором угольные месторождения не разрабатываются, а на юго-западе – промышленно развитый Байдаевский геолого-экономический район.

Задачей развития коммуни-

кационных сетей при освоении Терсинского района является минимизация экономических затрат и экологического ущерба на основе учета планов перспективного развития как соседних геолого-экономических районов, так и очередности освоения геологических участков данного района. Так, одним из требований, предъявляемых к выбору места заложения стволов шахты, является возможность проведения самого короткого подъездного железнодорожного пути (с минимально допустимым уклоном), соединяющего промышленную площадку шахты с обогатительной фабрикой, железнодорожной станцией и т.д.

В условиях холмистого рельефа местности эта задача в общем виде сводится к выбору наиболее приемлемого варианта с трассой минимальной длины при ограничении по допустимому руководящему уклону.

Операцию выбора кратчайшего расстояния производят графически на топографической поверхности, представленной в виде изолиний равных отметок и при сравнении нескольких вариантов выбирается наилучший вариант.

Компоновка транспортной сети на поверхности шахтного поля и за его пределами зависит от рельефа поверхности и наличия «запретных» зон. Определение траектории транспорта на поверхности в условиях пересеченной местности может быть решено применением метода динамического программирования [3].

Метод динамического программирования заключается в построении ортогональной траектории между двумя точками, расположенными в крайних углах прямоугольной сетки. При решении задачи оптимального примыкания от промплощадок шахт строится координатная сетка так, чтобы она охватывала участок магистрали. Затем просчитываются оптимальные трассы от промпло-

щадки шахты, и в точках пересечения магистрали с узлами координатной сетки проставляются значения целевой функции на строительство и эксплуатацию примыкающей трассы.

Многошаговый процесс оптимизации целевой функции $f(p)$ определяется основным функциональным уравнением динамического программирования

$$f(p) = \min H(p, q, f(T(p, q))).$$

При решении задачи оптимизации функции двух переменных

$f_N(x, y) = \min R_N(x_1, \dots, x_N; y_1, \dots, y_N)$; за переменные при оптимизации траекторий принимаются координаты x_i и y_j вершин прямоугольной сетки. Функциональное уравнение принимает вид:

$$f(x, y) = \min \begin{cases} d(x, y; x-1, y) + f(x-1, y), \\ d(x, y; x, y-1) + f(x, y-1), \end{cases}$$

где $d(x, y; x-1, y)$ – расстояние между узлами сетки (x, y) и $(x-1, y)$, определяемое по допустимому углу наклона железнодорожного полотна α_0 в условиях пересеченного рельефа поверхности. Установка ориентации достигается заданием направления по осям x и y в фиксированную точку на поверхности.

Расстояние L_{ij} между соседними узлами определяется из соотношения:

$$L_{ij} = \begin{cases} \delta & \text{при } \alpha_{ij} \leq \alpha_0 \\ \frac{\Delta H_{ij}}{\sin \alpha_0} & \text{при } \alpha_{ij} > \alpha_0 \end{cases}$$

где α – угол подъема трассы между смежными узлами сетки, радиан;

α_0 – допустимый угол наклона для применяемого вида транспорта;

δ – длина ребра сетки;

h_{ij} – высота точки ij над уровнем моря;

l_{ij} – приведенная длина ребра сетки;

$A1, A2$ – рабочие параметры;

I_j – индексы узлов сетки

размерностью $N1 \times N2$

Исходная матрица высот $H = \{h_{ij}\}_{m,n}$ с учетом ограничений преобразуется в матрицу расстояний $L = \{l_{ij}\}_{m,n}$, элементы которой минимизируются на каждом этапе.

Наличие «запретных» зон можно обосновать тем, что при отсутствии связи между некоторыми точками x,y и $x-1,y$ (когда проведению трассы препятствует расположение зданий и сооружений на поверхности, инженерно-геологические особенности грунта, расположение водоемов и т.д.) мы будем считать соответствующее $h_{ij} \rightarrow \infty$.

В программной реализации для кодировки трассы используются следующие обозначения:

1) если отбрасываемый путь связывает смежные вершины по оси абсцисс, то на печать выводится число-индекс 1;

2) если отбрасываемый путь связывает смежные вершины по оси ординат, то на печать выводится число-индекс 2;

3) если пути равнозначны (случай неединственности минимума), то для точки ij присваивается число-индекс 3 и выводится на печать.

Таким образом, на печать вместе с координатами точки ij и суммарной минимальной длиной трассы выводятся 1 \cup 2 \cup 3, что указывает на путь к следующей вершине.

Строительство технологических объектов, таких как мощный коммуникационный

коридор на поверхности месторождения, сопряжено с большими затратами на строительство и эксплуатацию. Значительными также могут оказаться потери угля, связанные с оставлением охранных зон вокруг сооружаемых объектов. Специфика задачи оптимизации транспортных сетей заключается в том, что подъездные пути могут проходить через шахтные поля с консервацией угля в целиках под ними, а также в том, что выбор трассы подъездного пути на стадии ТЭО чаще всего производится при отсутствии надежных рекомендаций по местоположению основной промплощадки шахты.

Поэтому весьма важна разработка методов оптимизации не отдельной, а множества трасс подъездных путей на участке, включающем шахтное поле, с учетом рельефа местности и потерь угля в целиках под транспортные коммуникации.

На основании расчетов по составленной нами программе в среде EXCEL построена карта эквидистант (изолиний равных расстояний) для поля УДК «Увальный» (Терсинского геологического района), позволяющая градиентным методом найти оптимальную траекторию рационального размещения коммуникационного коридора на поверхности поля в условиях сложного рельефа земной поверхности (рисунок).

Для решения задачи рационального размещения коммуникационного коридора на по-

верхности поля УДК «Увальный» использован метод динамического программирования. Координатная сетка ориентирована так, чтобы получить множество оптимальных трасс на площади шахтного поля. Матрица высотных отметок составлена по топографической карте на площади 24,0 \times 18,0 км с размерами ячейки координатной сетки 500 \times 500 м.

В итоге получена транспортно-технологическая характеристика на поверхности первоочередных участков Терсинского геологического района. Из рисунка видно, что установленная трасса коммуникационного коридора имеет разветвление в определенной точке, которая в дальнейшем будет уточняться по рельефу поверхности и гидрогеологическим условиям. Данный метод облегчает решение при выборе подъездных путей к первоочередным участкам района.

Приведенный метод можно применять в условиях любого рельефа поверхности и произвольного распределения «запретных» зон, что дает возможность использовать его не только при компоновке комплекса поверхности шахты, но и при составлении технико-экономического обоснования строительства железных дорог, связывающих новые месторождения полезных ископаемых с центрами переработки сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Стрекачинский Г.А., Ордин А.А., Федорин В.А. Оптимальное размещение транспортных сетей на поверхности шахт. – Новосибирск: Наука, 1981. 84 с.
- Отчет НИР (Обоснование минерально-сырьевой базы Терсинского района) № госрегистрации 0120.0412567, Изв. №15354/18 – 2117 – 51 от 01.12.2004г. 88с.
- Островерх О.А., Оптимизация транспортной характеристики подъездного пути угольной шахты. Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Труды международной научно – практической конференции – Кемерово: «Экспо – Сибирь», 2004. №6. С.148-150.

Автор статьи:

Островерх
Оксана Андреевна
- аспирант ИУУ СО РАН