

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра аэрологии, охраны труда и природы

Составитель
А. А. Галлер

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Методические указания к практическим работам
для магистрантов очно-заочной формы обучения**

Рекомендованы учебно-методической комиссией
по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность»
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2015

Рецензенты

Кроль Г. В. – доцент кафедры аэрологии, охраны труда и природы

Шевченко Л. А. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой аэрологии, охраны труда и природы, председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

Галлер Александр Александрович

Ресурсосберегающие технологии [Электронный ресурс]: методические указания к практическим работам для магистрантов направления подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», образовательная программа «Безопасность технологических процессов и производств», очно-заочной формы обучения / сост.: А. А. Галлер; КузГТУ. – Кемерово, 2015.

Подготовлены по дисциплине «Ресурсосберегающие технологии», содержат темы практических работ, методику определения затрат ресурсов на добычу угля, рекомендации по выполнению практических работ и оформлению отчетов, вопросы для самоконтроля.

© КузГТУ, 2015
© А. А. Галлер,
составление, 2015

Введение

Методические указания к практическим работам предназначены для магистрантов очно-заочной формы обучения по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», изучающих учебную дисциплину «Ресурсосберегающие технологии».

В результате изучения дисциплины «Ресурсосберегающие технологии» магистранты должны:

- знать направления совершенствования традиционных технологий добычи полезных ископаемых;
- уметь применять методические основы оценки эффективности технологических решений добычи полезных ископаемых по критериям удельных затрат ресурсов;
- владеть методами выбора и обоснования наиболее рационального технологического варианта разработки конкретного месторождения полезного ископаемого для снижения негативного воздействия на природную среду.

Цель практических занятий состоит в том, чтобы магистранты получили навыки, позволяющих принимать технические и технологические решения по выбору порядка отработки месторождений, определять масштабы воздействия горных работ на окружающую среду. Самостоятельная работа магистрантов при выполнении практических работ заключается в изучении методов расчета потребления ресурсов на разработку месторождений в зависимости от параметров системы разработки.

Результаты выполнения практических работ оформляются в виде отчетов. Отчет по практическим работам должен содержать:

1. Цель работы.
2. Теоретические положения.
3. Расчеты.
4. Графические построения.
5. Анализ полученных результатов. Выводы.

Магистрант получает у преподавателя номер варианта задания (приложение 1) и последовательно выполняет расчеты по практическим работам.

Практическая работа № 1

Методика оценки вариантов систем открытой разработки
и технологий ведения горных работ
по критериям ресурсопотребления

Цель практической работы: изучить методы определения энергоемкости, материалоемкости, трудоемкости и землеемкости добычи угля.

Оценка эффективности технических и технологических решений при разработке угольных месторождений открытым способом производится по показателям ресурсопотребления [1, 2, 3].

1. Энергоемкость добычи угля

Энергоемкость добычи 1 тонны угля рассчитывается по формуле [2]

$$Q_o = q_d + K_{cp} \cdot q_v^{cp}, \quad (1)$$

где q_d – энергоемкость добычи 1 тонны угля без учета вскрыши, МДж;

K_{cp} – средний коэффициент вскрыши, м³/т;

q_v^{cp} – средневзвешенная энергоемкость выемки 1 м³ вскрыши, МДж.

2. Материалоемкость добычи угля

Материалоемкость добычи 1 т угля определяется по выражению [2]

$$M_o = \frac{G_o}{A_k \cdot T_o}, \text{ кг/т} \quad (2)$$

где A_k – производственная мощность карьера, т;

G_o – масса горного и транспортного оборудования, т;

T_o – срок службы горного и транспортного оборудования, лет.

3. Трудоемкость добычи угля

Трудоемкость добычи 1 т угля определяется как отношение общего количества затраченных человеко-смен на обеспечение добычи угля [2]

$$T_o = \frac{N_o \cdot N_{см} \cdot n_{оп}}{A_k \cdot K_{осн}}, \text{ чел.-смен/т} \quad (3)$$

где N_o – количество горного и транспортного оборудования, шт.;

$N_{см}$ – количество рабочих смен в году, смен;

$n_{оп}$ – численность обслуживающего персонала в смену, чел.;

$K_{осн}$ – коэффициент, учитывающий долевое участие рабочих основных профессий в общей численности трудящихся разреза.

4. Землеемкость добычи угля

Землеемкость извлечения из недр 1 т угля оценивается площадью нарушенных земель за весь срок отработки залежи, отнесенной к общему объему извлеченных запасов [2]

$$З_o = \frac{S_{нз}}{Q_{из}}, \text{ га} \quad (4)$$

где $S_{нз}$ – площадь нарушенных земель за весь срок службы угольного разреза, га;

$Q_{из}$ – объем извлеченных запасов, т.

Контрольные вопросы к практической работе № 1

1. Виды ресурсов потребляемых при добыче полезных ископаемых.

2. Физический смысл оценочного показателя – потребление энергетических ресурсов на добычу угля.

3. Физический смысл оценочного показателя – материалоемкость добычи угля.

4. Физический смысл оценочного показателя – землеемкость добычи угля.

5. Преимущество оценочных показателей ресурсопотребления перед стоимостными показателями добычи угля.

Практическая работа № 2

Продольная углубочная система разработки

Цель практической работы: научить магистрантов определять количество потребляемых ресурсов на добычу угля при продольной углубочной системе разработки месторождения.

Задание практической работы:

1. Определить объемы вскрыши, вывозимые на внешний отвал.
2. Определить количество горного и транспортного оборудования.
3. Определить ресурсозатраты на добычу угля.

Месторождение отрабатывается с применением продольной углубочной двухбортной системы разработки с внешними отвалами породы. Горные работы ведутся одновременно по всей длине карьерного поля с использованием транспортной технологии (автосамосвалов). После отработки всех запасов угля порода из внешних отвалов перемещается в выработанное пространство и выполняется рекультивация нарушенных земель.

1) Определение годового объема вскрышных работ

$$V_n^2 = A_k \cdot K_{cp}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5)$$

где K_{cp} – средний коэффициент вскрыши, $\text{м}^3/\text{т}$.

$$K_{cp} = \frac{V_n}{V_y \cdot \gamma_y}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (6)$$

где V_n – объем вскрышных пород в граничных контурах карьера, м^3 ;

V_y – объем извлекаемых запасов угля, м^3 ;

γ_y – плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$.

2) Определение количества горного и транспортного оборудования.

2.1) Буровые станки

$$N_{bc} = f \frac{V_{nбвр}^2}{P_{bc} \cdot q_{зм}}, \text{ шт.} \quad (7)$$

где f – коэффициент неравномерности объемов горной массы;

$V_{nбвр}^2$ – объем вскрышных пород, требующий рыхления буровзрывным способом, м^3 ;

P_{bc} – производительность бурового станка, м ;

$q_{зм}$ – выход горной массы с 1 м скважины, м^3 .

2.2) Экскаваторы

$$N_{\text{э}}^{n\text{э}} = f \frac{V_{зм}^{\text{э}}}{Q_{\text{э}}^{n\text{э}}}, \text{ шт.} \quad (8)$$

где $V_{зм}^{\text{э}}$ – объем горной массы, м^3 ;

$Q_{\text{э}}^{n\text{э}}$ – производительность экскаватора на погрузке горной массы, м^3 .

2.3) Транспорт

$$N_a = N_a^y + N_a^n, \text{ шт.} \quad (9)$$

где N_a^y – количество автосамосвалов на перевозке угля, шт.;

N_a^n – количество автосамосвалов на перевозке породы, шт.

$$N_a^y = f \frac{A_{\kappa}}{\gamma_y Q_a^y}, \text{ шт.} \quad (10)$$

где Q_a^y – производительность автосамосвала на перевозке угля, м^3 .

$$N_a^n = f \frac{V_n^{\text{э}}}{Q_a^n}, \text{ шт.} \quad (11)$$

где Q_a^n – производительность автосамосвала на перевозке породы, м^3 .

2.4) Бульдозеры

$$N_{\text{б}} = f \frac{V_{зм}^{\text{э}} \cdot K_3}{Q_{\text{б}}^{\text{э}}}, \text{ шт.} \quad (12)$$

где K_3 – коэффициент заваленности площади отвала породой;

где $Q_{\text{б}}^{\text{э}}$ – производительность бульдозера, м^3 .

3). Определение количества ресурсов, затраченных на разработку месторождения

3.1) Энергоемкость добычи угля

$$q_o = q_{\text{д}} + K_{\text{ср}} \cdot q_{\text{в}}, \text{ МДж/т} \quad (13)$$

где $q_{\text{д}}$ – энергоемкость добычи 1 т угля, МДж/т;

q_e – энергоемкость вскрышных работ, МДж/м³.

3.2) Материалоемкость добычи угля

$$M_o = \frac{G_o}{A_k \cdot T_o}, \text{ кг/т} \quad (14)$$

3.3) Трудоемкость добычи угля

$$T_o = \frac{N_o \cdot N_{см} \cdot n_{оп}}{A_k \cdot K_{осн}}, \text{ чел.-смен/т} \quad (15)$$

3.4) Землеемкость добычи угля

$$Z_o = \frac{S_{нз}}{V_y \cdot \gamma_y}, \text{ га} \quad (16)$$

Контрольные вопросы к практической работе № 2

1. Порядок формирования фронта вскрышных работ при продольной углубочной системе разработки.
2. Порядок формирования внешнего отвала.
3. Схема вскрытия рабочих горизонтов, направления грузопотоков при вывозке вскрышных пород на внешние отвалы.
4. Порядок определения площади отчуждения земли при продольной углубочной системе разработки месторождения.

Практическая работа № 3

Продольная углубочно-сплошная система разработки

Цель практической работы: научить магистрантов определять количество потребляемых ресурсов на добычу угля при продольной углубочно-сплошной системе разработки месторождения.

Задание практической работы:

1. Определить объемы вскрыши, вывозимые на внешний и внутренний отвалы.
2. Определить количество горного и транспортного оборудования.
3. Определить ресурсозатраты на добычу угля.

Месторождение отрабатывается в две очереди с применением продольной углубочно-сплошной двухбортной системы разработки

с внешними временными и внутренними отвалами породы. Карьер первой очереди отрабатывается до конечной глубины. Вторая очередь отрабатывается поперечными заходками по простиранию месторождения. Горные работы ведутся с использованием автомобильного транспорта. Завершаются работы перемещением породы из внешних отвалов в выработанное пространство карьера и восстановлением (рекультивации) нарушенных земель.

1. Определение годового объема вскрышных работ при разработке первой очереди месторождения

$$V_n^{no} = A_k \cdot K_{cp}^{no}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (17)$$

где K_{cp}^{no} – средний коэффициент вскрыши карьера первой очереди, $\text{м}^3/\text{т}$.

$$K_{cp}^{no} = \frac{V_n^{no}}{V_y^{no} \cdot \gamma_y}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (18)$$

где V_n^{no} – объем вскрышных пород карьера первой очереди, м^3 ;

V_y^{no} – объем извлекаемых запасов угля карьера первой очереди, м^3 ;

γ_y – плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$.

2. Определение количества горного и транспортного оборудования.

2.1 Буровые станки

$$N_{bc} = f \frac{V_{n\text{бвр}}^2}{P_{bc} \cdot q_{zm}}, \text{ шт.} \quad (19)$$

где f – коэффициент неравномерности объемов горной массы;

$V_{n\text{бвр}}^2$ – объем вскрышных пород, требующий рыхления буровзрывным способом, м^3 ;

P_{bc} – производительность бурового станка, м ;

q_{zm} – выход горной массы с 1 м скважины, м^3 .

2.2 Экскаваторы

$$N_{\text{э}}^{n\text{э}} = f \frac{V_{\text{эМ}}^{\text{э}}}{Q_{\text{э}}^{n\text{э}}}, \text{ шт.} \quad (20)$$

где $V_{\text{эМ}}^{\text{э}}$ – объем горной массы, м^3 ;

$Q_{\text{э}}^{n\text{э}}$ – производительность экскаватора на погрузке горной массы, м^3 .

2.3 Транспорт

$$N_a = N_a^y + N_a^n, \text{ шт.} \quad (21)$$

где N_a^y – количество автосамосвалов на перевозке угля, шт.;

N_a^n – количество автосамосвалов на перевозке породы, шт.

$$N_a^y = f \frac{A_{\text{к}}}{\gamma_y Q_a^y}, \text{ шт.} \quad (22)$$

где Q_a^y – производительность автосамосвала на перевозке угля, м^3 .

$$N_a^n = f \frac{V_n^{\text{э}}}{Q_a^n}, \text{ шт.} \quad (23)$$

где Q_a^n – производительность автосамосвала на перевозке породы, м^3 .

2.4 Бульдозеры

$$N_{\text{б}} = f \frac{V_{\text{эМ}}^{\text{э}} \cdot K_{\text{з}}}{Q_{\text{б}}^{\text{э}}}, \text{ шт.} \quad (24)$$

где $K_{\text{з}}$ – коэффициент заваленности площади отвала породой;

где $Q_{\text{б}}^{\text{э}}$ – производительность бульдозера, м^3 .

3. Определение количества ресурсов, затраченных на разработку месторождения

3.1 Энергоемкость добычи угля

$$q_o = q_{\text{д}} + K_{\text{ср}} \cdot q_{\text{в}}, \text{ МДж/т} \quad (25)$$

где $q_{\text{д}}$ – энергоемкость добычи 1 тонны угля, МДж/т;

$q_{\text{в}}$ – энергоемкость вскрышных работ, МДж/ м^3 .

3.2 Материалоемкость добычи угля

$$M_o = \frac{G_o}{A_k \cdot T_o}, \text{ кг/т} \quad (26)$$

3.3 Трудоемкость добычи угля

$$T_o = \frac{N_o \cdot N_{см} \cdot n_{оп}}{A_k \cdot K_{осн}}, \text{ чел.-смен/т} \quad (27)$$

3.4 Землеемкость добычи угля

$$З_o = \frac{S_{нз}}{V_y \cdot \gamma_y}, \text{ га} \quad (28)$$

Контрольные вопросы к практической работе № 3

1. Порядок формирования фронта вскрышных работ при продольной углубочно-сплошной системе разработки.
2. Порядок формирования временного внешнего и внутреннего отвалов.
3. Схема вскрытия рабочих горизонтов, направления грузопотоков при вывозке вскрышных пород на внешние и внутренние отвалы.
4. Порядок определения площади отчуждения земли при продольной углубочно-сплошной системе разработки месторождения.

Практическая работа № 4

Продольно-поперечная углубочно-сплошная
(с сооружением карьера первой очереди) система разработки

Цель практической работы: научить магистрантов определять количество потребляемых ресурсов на добычу угля при продольно-поперечной углубочно-сплошной (с сооружением карьера первой очереди) системе разработки месторождения.

Задание практической работы:

1. Определить объемы вскрыши, вывозимые на временный внешний и внутренний отвалы.
2. Определить количество горного и транспортного оборудования.
3. Определить ресурсозатраты на добычу угля при продольно-поперечной углубочно-сплошной (с сооружением карьера первой очереди) системе разработки месторождения.

Месторождение отрабатывается в две очереди с применением продольно-поперечной углубочно-сплошной (с сооружением карьера первой очереди) системе разработки с внешними временными и внутренними отвалами породы. Карьер первой очереди сооружается поэтапно и достигает конечной глубины у противоположного торцевого борта с формированием временного внешнего и внутреннего отвалов. Вторая очередь отрабатывается обратным ходом. Горные работы ведутся с использованием автомобильного транспорта. Завершаются работы перемещением породы из внешних отвалов в выработанное пространство карьера и восстановлением (рекультивации) нарушенных земель.

1. Определение годового объема вскрышных работ при разработке первой очереди месторождения

$$V_n^{no} = A_k \cdot K_{cp}^{no}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (29)$$

где K_{cp}^{no} – средний коэффициент вскрыши карьера первой очереди, $\text{м}^3/\text{т}$.

$$K_{cp}^{no} = \frac{V_n^{no}}{V_y^{no} \cdot \gamma_y}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (30)$$

где V_n^{no} – объем вскрышных пород карьера первой очереди, м^3 ;

V_y^{no} – объем извлекаемых запасов угля карьера первой очереди, м^3 ;

γ_y – плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$.

2. Определение количества горного и транспортного оборудования

2.1 Буровые станки

$$N_{bc} = f \frac{V_{nбвр}^2}{P_{bc} \cdot q_{зм}}, \text{ шт.} \quad (31)$$

где f – коэффициент неравномерности объемов горной массы;

$V_{nбвр}^2$ – объем вскрышных пород, требующий рыхления буровзрывным способом, м^3 ;

P_{bc} – производительность бурового станка, м ;

$q_{зм}$ – выход горной массы с 1 м скважины, м^3 .

2.2 Экскаваторы

$$N_{\text{э}}^{nc} = f \frac{V_{\text{эМ}}^{\text{э}}}{Q_{\text{э}}^{nc}}, \text{ шт.} \quad (32)$$

где $V_{\text{эМ}}^{\text{э}}$ – объем горной массы, м^3 ;

$Q_{\text{э}}^{nc}$ – производительность экскаватора на погрузке горной массы, м^3 .

2.3 Транспорт

$$N_a = N_a^y + N_a^n, \text{ шт.} \quad (33)$$

где N_a^y – количество автосамосвалов на перевозке угля, шт.;

N_a^n – количество автосамосвалов на перевозке породы, шт.

$$N_a^y = f \frac{A_k}{\gamma_y Q_a^y}, \text{ шт.} \quad (34)$$

где Q_a^y – производительность автосамосвала на перевозке угля, м^3 .

$$N_a^n = f \frac{V_n^{\text{э}}}{Q_a^n}, \text{ шт.} \quad (35)$$

где Q_a^n – производительность автосамосвала на перевозке породы, м^3 .

2.4 Бульдозеры

$$N_{\text{б}} = f \frac{V_{\text{эМ}}^{\text{э}} \cdot K_3}{Q_{\text{б}}^{\text{э}}}, \text{ шт.} \quad (36)$$

где K_3 – коэффициент заваленности площади отвала породой;

где $Q_{\text{б}}^{\text{э}}$ – производительность бульдозера, м^3 .

3. Определение количества ресурсов, затраченных на разработку месторождения.

3.1 Энергоемкость добычи угля

$$q_o = q_{\text{д}} + K_{\text{ср}} \cdot q_{\text{в}}, \text{ МДж/т} \quad (37)$$

где $q_{\text{д}}$ – энергоемкость добычи 1 тонны угля, МДж/т;

q_e – энергоемкость вскрышных работ, МДж/м³.

3.2 Материалоемкость добычи угля

$$M_o = \frac{G_o}{A_k \cdot T_o}, \text{ кг/т} \quad (38)$$

3.3 Трудоемкость добычи угля

$$T_o = \frac{N_o \cdot N_{cm} \cdot n_{on}}{A_k \cdot K_{осн}}, \text{ чел.-смен/т} \quad (39)$$

3.4. Землеемкость добычи угля

$$Z_o = \frac{S_{нз}}{V_y \cdot \gamma_y}, \text{ га} \quad (40)$$

4. Анализ полученных результатов расчетов потребления ресурсов при выполнении практических работ (ПР № 2, ПР №3, ПР № 4).

5. Выводы: Определение системы разработки месторождения, обеспечивающей наименьшее негативное воздействие на природную среду.

Контрольные вопросы к практической работе № 4

1. Порядок отработки месторождения при продольно-поперечной углубочно-сплошной (с сооружением карьера первой очереди) системе разработки.

2. Порядок формирования фронта вскрышных работ при отработке первой очереди месторождения. Порядок формирования временных внешних и внутренних отвалов.

3. Порядок формирования фронта вскрышных работ при отработке второй очереди месторождения. Порядок формирования внутреннего отвала.

3. Схема вскрытия рабочих горизонтов, направления грузопотоков при вывозке вскрышных пород на внешние и внутренние отвалы.

4. Порядок определения площади отчуждения земли при продольно-поперечной углубочно-сплошной (с сооружением карьера первой очереди) системе разработки месторождения.

3. Список рекомендуемой литературы

1. Ресурсосберегающие технологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / сост.: А. И. Корякин; КузГТУ, каф. открытых горн. работ. – Кемерово, 2012. – 60 с. – Доступна электронная версия: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90729&type=utchposob:common>

2. Корякин, А. И. Оценка эффективности ресурсосберегающих технологий открытых горных работ: практикум [по дисциплине «Ресурсосберегающие технологии» для студентов специальности 130403 «Открытые горные работы» дневного и заочного форм обучения] / А. И. Корякин, А. В. Селюков, В. Ф. Колесников; КузГТУ. – Кемерово, 2013. – 85 с.

3. Ненашев, А. С. Практикум по ресурсосберегающим технологиям / А. С. Ненашев, А. И. Корякин; КузГТУ. – Кемерово, 2005. – 132 с. – Доступна электронная версия: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90282&type=utchposob:common>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные для практических работ

Номер варианта	Мощность пласта m_n , м	Угол падения пласта α , град	Глубина карьера H_K , м	Длина дна карьера L_{∂} , м	Угол погашения бортов карьера γ_n , град	Высота отвала H_o , м	Производственная мощность карьера A_K , млн т
1	30	45	200	2000	35	30	2,0
2	32	45	220	2200	38	30	2,0
3	34	45	240	2400	38	30	2,0
4	36	45	260	2600	38	30	2,0
5	38	45	280	2800	38	40	2,0
6	40	50	300	3000	38	40	2,5
7	42	50	100	1500	38	40	2,5
8	44	50	120	1600	40	40	2,5
9	46	50	140	1700	40	25	2,5
10	48	50	160	1800	40	25	2,5
11	50	50	180	1900	40	25	2,5
12	52	50	200	2000	40	25	2,5
13	54	60	220	2100	40	30	2,5
14	56	60	240	2200	40	30	2,5
15	58	60	260	2300	40	30	3,0
16	60	60	280	2400	40	35	3,0
17	62	60	300	2500	40	35	3,0
18	64	65	100	2000	36	35	2,0
19	66	65	120	2200	36	40	2,0
20	68	65	140	2300	36	40	2,0
21	70	65	160	2400	36	35	2,0