

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аулін В.В. Вплив зміцнюючі композиційних покриттів на зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин / В.В. Аулін, В.М. Бобрицький, Т.М. Ауліна // «Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин DSRAM-1»: Зб. наук. праць І Міжнар. науково-техн. конф. / ТДТУ ім. І. Пулюя. – Тернопіль, 2004. – С. 303-307.
2. Аулін В.В. Стан питання теорії зносу композиційних матеріалів і покриттів / В.В. Аулін // Вісник Харківського національного університету сільського господарства. – Харків: ХНТУ, 2005. – Вип. 40. – С. 82-86.
3. Ахметилин Т.Ф. Повышение износостойкости и долговечности стрелчатых лап культиваторов : дисс. ... канд. техн. наук / Т.Ф. Ахметилин. – М., 1978.
4. Пугач А.М. Розробка конструкції і обґрунтування параметрів культиваторних лап, оснащених елементами локального зміцнення: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Вінниця, 2010. – 20 с.

УДК 622.831.3.001.5

Васильев Л.М., Васильев Д.Л., Ангеловский А.А.

МЕТОД РАСЧЁТА ДАВЛЕНИЯ ГИДРОРАСЧЛЕНЕНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ЕГО ГИДРОРЫХЛЕНИИ

Метод розроблений на поєднанні механіки гірничих порід, що враховує їх внутрішню тертя, і теорії обробки металів тиском, що не враховує внутрішню, а що враховує контактне тертя.

PRESSURE CALCULATION METHOD OF HYDRO-DISMEMBERMENT OF A COAL LAYER AT ITS HYDRO-BREAKING

A method is developed on combination of rock mechanics, taking into account the internal friction of rocks, and theories of metal forming by pressure, that doesn't take into account internal, but contact friction.

Правилами безпеки [1] для боротьби з випадковими вибухами рекомендовано путём статического нагнетания жидкости в угольные пласты два локальных способа: гидроотжим и гидрорыхление призабойной их зоны. Отличие этих способов заключается, в основном, в размерах фильтрующей части. Наибольшее распространение получил способ гидрорыхления через скважины длиной 6–8 м при глубине герметизации в 4 м. ИГТМ НАНУ предложен способ гидроимпульсного воздействия, испытание которого проводится на шахтах ПАО «Краснодонуголь». Поэтому возникает необходимость обоснования значения импульсного давления.

В работе [2] дан механизм деформирования пласта при статическом гидрорыхлении, построенный на использовании параметра отпора, определяемого по формуле.

$$\lambda = \frac{\nu}{1 - \nu},$$

где ν – коэффициент Пуассона материала угля.

Коэффициент Пуассона для одного и того же угля является условно величиной постоянной в любом сечении пласта и в никакой мере не характеризует напряжение в массиве на разных расстояниях от забоя. Поэтому автор пришёл к ошибочному утверждению, что абсолютное значение давления P нагнетания не влияет на напряжённое состояние и изменения значения P не нарушает равновесное состояние пласта.

Дело в том, что равновесное состояние пласта в любой его точке определяется значениями горного давления и величины горизонтального подпора, возникающего за счёт действия вовнутрь массива касательных напряжений от контактного трения, против поперечной деформации пласта.

В связи с этим возникает необходимость раскрытия с этих физических позиций механизма гидрорыхления, при котором давление нагнетания оказывает существенное влияние на напряжённое состояние угольного массива.

Н.В. Ножкин [3] разделяет процесс внедрения текущего в пласт на четыре режима: фильтрации, гидрорасчленения, гидроразрыва, гидроразмыва. Наиболее приемлемым для снижения несущей способности выбросоопасного пласта, развития трещинообразования, обеспечивающего разгрузку пласта от горного давления и выделение из него метана, является гидрорасчленение – когда темп нагнетания текущего превосходит естественную приёмистость пласта, что сопровождается развитием трещин сдвига без их раскрытия. В сущности, этот режим обеспечивает нормативное согласно правил безопасности [1] статическое гидрорыхление угольного пласта для снижения его выбросоопасности.

Теоретическое обоснование пределов минимального давления гидрорасчленения при проведении подготовительных выработок в литературе отсутствует. Восполним этот пробел. Примем условие Н.В. Ножкина [3], что максимальное давление нагнетания жидкости при гидрорасчленении происходит при давлении, превышающем предельное давление фильтрации жидкости. Для определения минимального давления гидрорасчленения используем теорию трещин [4]. Развитие опасной трещины наступает тогда, когда местное касательное напряжение в вершине трещины достигает предельной величины, равной сопротивлению материала сдвигу. При этом полагаем, что разрушение будет происходить в плоскости, в которой коэффициент интенсивности напряжений будет иметь максимальное значение.

Оговорим условия задачи (рис. 1). Представим, что внутри угольного пласта имеются произвольно расположенные трещины, но развитие получает экстремальная трещина, в вершине которой, по Кулону, эффективные касательные напряжения достигают максимального значения согласно формуле

$$\tau_{\varepsilon} = \tau_{r\beta} - \mu\sigma_{\alpha}. \quad (1)$$

Пласт подвергнут действию вертикального горного давления. По контактными плоскостям между пластом и боковыми породами действуют силы трения, направленные против деформации. В механике горных пород угольный пласт представляется в виде тонкого слоя толщиной h в условиях плоской деформации (рис. 1). Поместим начало координат в верхнем левом углу. Ось абсцисс x направлена вдоль верхней плоскости, ось ординат y – вдоль плоскости забоя.

На рис. 1 показаны линии скольжения (траектории эффективных касательных напряжений) 3 в угловой области и линия 4 в области образования трещины. Введены две координатные абсциссы x и l_r , из них l_r обозначает расстояние от забоя до места начала гидрорасчленения пласта, равное глубине герметизации в случае подачи жидкости через скважину 2. Линию скольжения 4 располагаем таким образом, чтобы она пересекала скважину на расстоянии, равном глубине герметизации

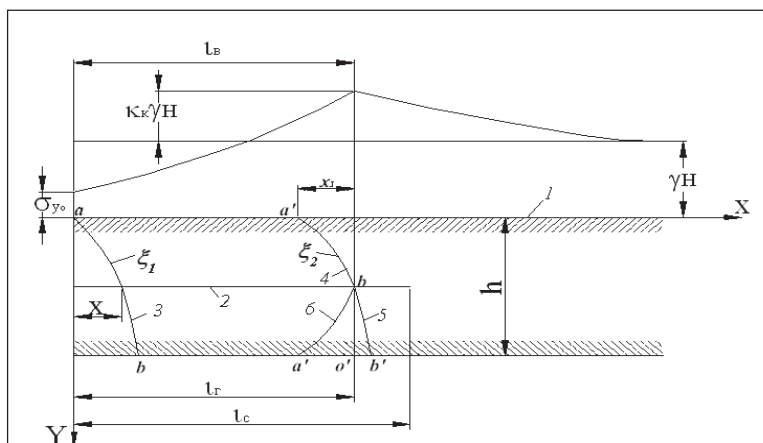
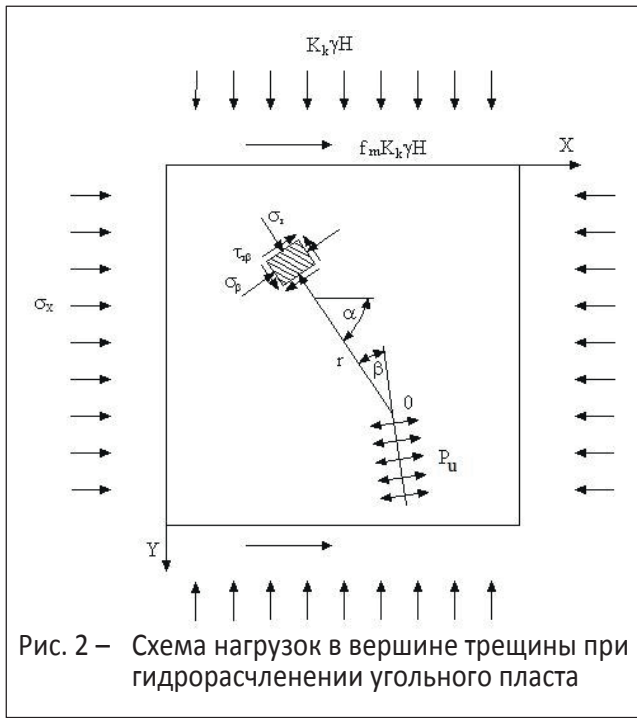


Рис. 1 – Схема к определению величины вертикальных и горизонтальных напряжений в вершине трещины: 1 – угольный пласт, 2 – скважина, 3 – угловая ЛС ξ_1 , 4 – часть ЛС ξ_2 – верхняя трещина, 5 – неразвивающаяся часть ξ_2 , 6 – нижняя трещина



скважины 2. Тогда точка *a* переместится в точку *a'* с абсциссой $(l_r - x_1)$, где x_1 равна текущей проекции на контактную плоскость линии скольжения 4.

Контактные касательные напряжения создают боковой подпор вертикальному горному давлению и затухают по мере удаления от зоны контакта. В теории обработки металлов давлением [5] для упрощения решения задач затухание этих напряжений аппроксимируется линейной функцией вида

$$\tau_{xy} = \tau_k \left(1 - \frac{2y}{h} \right), \quad (2)$$

где τ_k – контактное касательное напряжение;
 y – ордината вершины трещины.

При этом принимается, что на горизонтальной линии симметрии пласта напряжения τ_{xy} равны нулю, что позволяет предположить, что в средней части пласта гидравлическое давление его расчленения будет иметь наименьшее значение по сравнению с областями, расположенными в контактных зонах.

Теперь следует расписать значение активного касательного напряжения $\tau_{r\beta}$ в вершине трещины. Напряжения в вершине трещин могут быть определены по известным формулам из теории трещин [4]. В полярной системе координат касательные напряжения (рис. 2) определяются по формуле

$$\tau_{r\beta} = \frac{1}{4\sqrt{2}r} \left[k_1 \left(\sin \frac{\beta}{2} + \sin \frac{3}{2}\beta \right) + k_2 \left(\cos \frac{\beta}{2} + 3\cos \frac{3}{2}\beta \right) \right], \quad (3)$$

где r – полярный радиус в вершине трещины;
 β – полярный угол в вершине трещины;
 k_1 и k_2 – коэффициенты интенсивности напряжений у вершины трещины, соответственно при симметричном и несимметричном распределении напряжений.

Г.П. Черепановым [6] предложено при закрытой трещине принимать $k_1 = 0$. Тогда

$$\tau_{r\beta} = \frac{k_2}{4\sqrt{2}r} \left(\cos \frac{\beta}{2} + 3\cos \frac{3}{2}\beta \right). \quad (4)$$

Исследуя выражение (4) находим, что экстремальный угол β равен нулю. Тогда

$$\tau_{r\beta} = k_2 / \sqrt{2}r. \quad (5)$$

Теперь вернёмся к определению влияния контактного трения между пластом и боковыми породами, чтоб учесть его при определении коэффициента k_2 .

Контактное трение порождает касательные напряжения. Их можно определить на основании закона Кулона-Амонтона

$$\tau_k = f_m \sigma_y, \quad (6)$$

где σ_y – нормальное напряжение от горного давления.

Значение напряжения $f_m \sigma_y$ после разложения на две составляющие касательного и нормального напряжений на наклонной площадке в плоскости трещины соответственно дадут $\tau'_\alpha = f_m \sigma_y \cos 2\alpha$ и $\sigma'_\alpha = f_m \sigma_y \sin 2\alpha$.

Полученные значения τ'_α и σ'_α будут учтены в формулах касательных и нормальных напряжений.

Теперь рассмотрим условия сдвига трещины. Она находится в закрытом состоянии и подвергнута сжатию внешними напряжениями σ_y, σ_n так, что нормальное напряжение на берегах трещины

$$\sigma_\alpha = \sigma_y \sin^2 \alpha + \sigma_n \cos^2 \alpha - f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \sin 2\alpha, \quad (7)$$

где σ_y и σ_n – вертикальные и горизонтальные (подпорные) напряжения в вершине трещины.

Напряжённое состояние принято представлять [4] в виде суммы напряжённого состояния в сплошной части (без трещины) бесконечного тела, подвергнутого деформированию внешними напряжениями и напряжённого состояния с трещиной ($-\ell \leq x < \ell$), когда на её берегах заданы условия

$$\begin{aligned} \tau_{xy}(x, 0) = & (\sigma_y - \sigma_n) \sin \alpha \cos \alpha + f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \cos 2\alpha - \\ & \mu \left(f \sigma_y \sin^2 \alpha + \sigma_n \cos^2 \alpha - f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \sin 2\alpha \right), \end{aligned} \quad (8)$$

где μ – коэффициент внутреннего трения;
 ℓ – полудлина трещины.

Теперь на основании [4] коэффициент интенсивности напряжений

$$\begin{aligned} k_2 = & \left[\frac{(\sigma_y - \sigma_n)}{2} \sin 2\alpha + f_m \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \cos 2\alpha - \right. \\ & \left. - \mu \left(\frac{(\sigma_y + \sigma_n)}{2} + \frac{(\sigma_y - \sigma_n)}{2} \cos 2\alpha - f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \sin 2\alpha \right) \right] \sqrt{\ell}. \end{aligned} \quad (9)$$

Тогда формулу (1) с учётом (6), (8) и (9) можем записать в виде

$$\begin{aligned} \tau_s = & \frac{1}{\sqrt{2r}} \left[\left(\frac{\sigma_y - \sigma_n}{2} \right) \sin 2\alpha + f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \cos 2\alpha - \right. \\ & \left. - \mu \left(\frac{\sigma_y + \sigma_n}{2} + \frac{\sigma_y - \sigma_n}{2} \cos 2\alpha - f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \cos 2\alpha \right) \right] \sqrt{\ell}. \end{aligned} \quad (10)$$

Теперь следует учесть гидравлическое давление P жидкости, действующее изнутри по берегам трещины. Вводим его в отрицательную часть выражения (9), так как оно снижает действие нормальных напряжений, сжимающих берега трещины. Тогда с учётом последнего условия формулу (10) можем представить в виде

$$\begin{aligned} \tau_s = & \frac{1}{\sqrt{2r}} \left[\left(\frac{\sigma_y - \sigma_n}{2} \right) \sin 2\alpha + f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \cos 2\alpha - \right. \\ & \left. - \mu \left(\frac{\sigma_y + \sigma_n}{2} + \frac{\sigma_y - \sigma_n}{2} \cos 2\alpha - f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h}\right) \sin 2\alpha - P \right) \right] \sqrt{\ell}. \end{aligned} \quad (11)$$

Теперь следует избежать сингулярности – деления на r , радиус, стремящийся к нулю. Для этого следует определить значение параметра $\sqrt{r}\tau_s(r, \beta)$.

В.В. Панасюк [4] на основании первой гипотезы Г.И. Баренблата определяет для растяжения предел

$$\lim\{\sqrt{r}\sigma_\beta(r, \beta)\} = \frac{K_p}{\pi},$$

где K_p – модуль сцепления при растяжении.

Л.М. Васильев [5] по этому же принципу для сдвига определяет, что

$$\lim\{\sqrt{r}\tau_s(r, \beta)\} = \frac{L_c}{\pi},$$

где L_c – модуль сцепления при сдвиге, равный половине K_p для материалов, не обладающих внутренним трением.

Модуль сцепления при сдвиге через удельную поверхностную энергию для плоской деформации [5]

$$L_c = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi E \gamma_n}{1 - \nu^2}} (\sqrt{1 + \mu^2} + \mu),$$

где E – модуль упругости угля;

γ_n – удельная поверхностная энергия.

Таким образом, гидравлическое давление гидрорасчленения пласта из формулы (11) с учётом затухания контактных касательных напряжений от контактных зон к горизонтальной линии симметрии пласта

$$P_e = -\frac{1}{\mu} \sqrt{\frac{\pi E \gamma_n}{2(1 - \nu^2)}} (\sqrt{1 + \mu^2} + \mu) + \frac{1}{\mu} \left[\left(\frac{\sigma_y - \sigma_n}{2} \right) \sin 2\alpha + f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h} \right) \cos 2\alpha \right] - \left[\frac{\sigma_y + \sigma_n}{2} + \frac{\sigma_y - \sigma_n}{2} \cos 2\alpha - f_m \sigma_y \left(1 - \frac{2y}{h} \right) \sin 2\alpha \right]. \quad (12)$$

Теперь нужно определить минимальное значение гидравлического давления гидрорасчленения, для чего следует продифференцировать уравнение (12) и приравнять нулю. Таким образом, найдём угол наклона экстремальной площадки

$$\alpha = -\frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left(\frac{-2\mu f_m \sigma_y \left(\frac{1-2y}{h} \right) + (\sigma_y - \sigma_n)}{2f_m \sigma_y \left(\frac{1-2y}{h} \right) + \mu(\sigma_y - \sigma_n)} \right), \quad (13)$$

а угол наклона левой линии скольжения

$$\alpha_n = \frac{\pi}{2} + \alpha.$$

Теперь нужно рассмотреть схему нагрузок, действующих на пласт, по которым можно найти конкретные внешние напряжения, действующие в вершине трещины, находящейся внутри пласта на удалении от забоя (рис. 1) на расстоянии ℓ_r и от кровли на расстоянии y . Согласно правил безопасности [1] расстояние от забоя до вершины трещины составляет не менее регламентированной глубины герметизации 3 м при глубине скважины 6-8 м.

Исходя из этого геометрического расположения трещины, определимся с возможными напряжениями в вершине трещины на удалении от плоскости забоя

– глубине герметизации. Прежде всего, следует определиться с величинами нормальных напряжений, действующих на контактной плоскости угольного пласта (рис. 1).

В литературе [7] приводятся два вида аппроксимации возрастания контактных нормальных напряжений до максимума опорного давления: линейная и экспоненциальная. Интенсивность линейной аппроксимации значительно ниже экспоненциальной. Вследствие этого и напряжения в окрестности вершины трещины будут ниже. Поэтому будем ориентироваться с возможным запасом значения параметра P на экспоненциальную аппроксимацию.

Судя по литературным данным [7], восходящую ветвь кривой опорного давления принято аппроксимировать экспонентами с разными показателями c в виде функции

$$\sigma_y = \sigma_{y_0} \exp(cf_m \ell/h) \quad (14)$$

где σ_{y_0} – вертикальное нормальное напряжение в верхней угловой точке;

c – показатель экспоненты;

ℓ – расстояние точки определения напряжения от забоя выработки;

h – мощность пласта.

Исходным напряжением является напряжение σ_{y_0} в угловой точке a . В практике расчёта контактных напряжений в механике горных пород, как правило, за σ_{y_0} принимается значение предела прочности образца породы (угля) на одноосное сжатие [7].

Теперь следует определиться с горизонтальными напряжениями σ_n , возникающими вследствие действия касательных напряжений от контактного трения от забоя в глубь массива. В литературе [7] имеется несколько вариантов формул расчёта величины бокового подпора. Но с точки зрения законов механики деформирования, формула горизонтальных напряжений должна удовлетворять условию равновесия сил в любой точке тела. Формулой, удовлетворяющей этому условию, является выражение, полученное из алгебраического уравнения предельного состояния [8]

$$\sigma_x = \frac{2(k + \mu\sigma_y)}{\cos \rho} (\sin \rho - \sqrt{1 - b_1^2}) + \sigma_y. \quad (15)$$

Распишем эту формулу с учётом экспоненциального возрастания нормальных напряжений σ_y по формуле (14) и затухания касательных напряжений на линии скольжения 4 (на плоскости трещины)

$$\sigma_x = \frac{2 \left(k_n + \mu \sigma_0 \exp \left(\frac{cf_m (1 - 2y/h)(\ell_r - x_1 + x)}{h} \right) \right)}{\cos \rho} \cdot (\sin \rho - \sqrt{1 - b_r^2}) + \quad (16)$$

$$+ \sigma_{y_0} \exp \left(\frac{c \cdot f_m \cdot (1 - 2Y/h) \cdot (\ell_r - x_1 + x)}{h} \right),$$

$$b_r = \frac{f_m \left(1 - \frac{2y}{h} \right) \cdot \sigma_y}{k + \mu \sigma_y}, \quad (17)$$

где x – текущая абсцисса вершины трещины;

k – сопротивление материала сдвигу.

Введём обозначение:

$$f = f_m \left(1 - \frac{2y}{h} \right).$$

Для определения напряжения подпора σ_n следует найти интегральную величину от напряжения σ_x (16) по $(l_r - x_1)$

$$\sigma_n = \int_0^{x_1} \sigma_x d(l_r - x_1 + x). \quad (18)$$

Для упрощения решения интеграла проанализируем влияние параметра b_T . Сопротивление материала сдвигу k в 6-8 раз меньше углового значения σ_{y_0} . Еще в больше раз значение k меньше значения $\sigma_{y_0} \exp\left(\frac{cf(l_r - x_1 + x)}{h}\right)$.

Пренебрегая значением k по сравнению с нормальным напряжением, можно пренебречь влиянием изменения параметра b_T . Тогда интеграл (18) от напряжения σ_n по $(l_r - x_1)$ будет иметь вид

$$\begin{aligned} \sigma_n = & \frac{2(\sin \rho - \sqrt{1 - b_T^2})}{\cos \rho} \left(k(l_r - x_1 + x) + \frac{\mu h \sigma_{y_0}}{cf} \left(\exp\left(\frac{cf(l_r - x_1 + x)}{h}\right) - 1 \right) \right) + \\ & + \frac{h}{cf} \sigma_{y_0} \left(\exp\left(\frac{cf(l_r - x_1 + x)}{h}\right) - 1 \right). \end{aligned} \quad (19)$$

Таким образом, мы имеем комплекс уравнений для определения минимального гидравлического давления гидрорасчленения пласта по формуле (12).

Выводы

1. Составлены уравнения равновесия сил, действующих на элемент тела, расположенного на линии скольжения, из которых представилась возможность определять из условия достижения активного касательного напряжения в вершине трещины за вычетом его потерь от внутреннего и внешнего трения, равного значению сопротивляемости материала сдвигу, давление гидрорасчленения пласта при его гидрорыхлении.

2. Метод основан на теории трещин с учётом внутреннего и контактного (внешнего трения). Получены уравнения для определения минимального гидравлического давления гидрорасчленения пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ. Стандарт Мінвуглепрому України. – Київ: Мінвуглепром України, 2005. – 224 с.
2. Борисенко, А.А. Теоритические основы гидроотжима и гидрорыхления на угольных шахтах. / А.А. Борисенко. – М.: Наука, 1986. – 112 с.
3. Ножкин, Н.В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений / Н.В. Ножкин. – М.: Недра, 1979. – 279 с.
4. Панасюк В.В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. – К.: Наукова думка, 1968. – 245 с.
5. Сторожев М.В. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
6. Васильев Л.М. Научные основы процесса и создание технических средств нагнетания жидкости в угольные пласты ля борьбы с вредными явлениями в шахтах: автореф. дисс. доктора техн. наук: 05.15.11; 05.05.06 / Васильев Леонид Михайлович. – Днепропетровск, 1985. – 307 с.
7. Фисенко Г.Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок. – М: Недра, 1976. – 272 с.
8. Васильев Л.М. Механизм формирования горизонтальных напряжений в массива горных пород. ГИАБ, №5, 2008. – М.: Мир горной науки. – С. 190-195.

Демидов А.А., Кобец А.С., Узбек И.Х., Волох П.В., Грицан Ю.И.,
Дырда В.И.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ, НАРУШЕННЫХ ПРИ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Розглядаються проблеми рекультивації земель в контексті стійкого розвитку.

SOME PROBLEMS OF RECOVERY OF TECHNOLOGICAL LANDSCAPES, BROKEN AT OPENCAST MINING

The problems of land recultivation in the context of sustainable development are considered.

Авторы статьи разделяют основные концепции устойчивого развития, изложенные в многочисленной литературе; применительно к рассматриваемой проблеме суть их сводится к следующему:

1. Человечество в XXI веке переживает один из самых трагических моментов своей истории. Этот момент характеризуется условиями, совершенно отличными от всей предыдущей истории цивилизаций и прежде всего ускоренным индустриальным ростом регионов, варварской эксплуатацией природы и, как следствие, – экологические бедствия, высокая концентрация людей на ограниченных площадях, резкий рост природных и техногенных аварий и катастроф, невиданные эпидемии, голод, локальные войны. Безопасность человечества поставлена под сомнение. Современные кризисы в основном являются результатом деятельности самого человека, результатом неконтролируемого взаимодействия его с окружающей средой – это «антропогенные» кризисы.

Признаками экологического кризиса человечества являются нарушение плодородия почвы, изменение ландшафтов, лавинообразное загрязнение экосистем, изменение газового состава верхних слоёв атмосферы, кислотные дожди, активизация магнитосферы, массовое исчезновение видов и уменьшение биологического разнообразия. По мнению В.И. Вернадского, деятельность человека соизмерима с деятельностью природы, что подтверждают экологический, сырьевой, экономический и энергетический кризисы.

2. Рассматривая проблему устойчивого развития в целом, можно выделить следующие обобщающие положения: достижения фундаментальных наук существенно ускорили технический прогресс, изменили отношения человека и природы, изменили сам способ жизни человека; скорость создания человеком технических процессов значительно опережает рост нравственно-этических правил; смена нравственного императива наряду с другими причинами вызвана также императивом экологическим, нарушение которого может иметь для человечества катастрофические последствия.

3. Переход к устойчивому развитию общества должен обеспечить сбалансированное решение социально-экологических задач, проблем сохранения окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения жизненных потребностей нынешнего и будущих поколений. Экологический аспект устойчивого развития предполагает сохранение окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов – охрану экосферы, сохранение биологического разнообразия, безопасное использование биотехнологий, решение проблемы отходов.