

УДК 622.02.023.23

СМЕЩЕНИЯ КРОВЛИ ПРОТЯЖЕННОЙ ВЫРАБОТКИ

А.Е. Клыков, к.т.н., доц.

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности

Рассматриваются упругие и неупругие деформаций кровли выработки с учетом объемного веса пород. Принята линейная связь между главными напряжениями. Приводятся формулы смещений контура выработки и анализируются результаты решения в Mathcad.

Введение

Проблема напряженно-деформированного состояния окрестности протяженной выработки является сложной, что объясняется поведением горных пород при действии сжимающих напряжений, преобладающих в массиве. Введение в расчетные схемы полных диаграмм деформирования пород, включая запредельную стадию, впервые было предложено А.М. Линьковым [1] и рассматривалось в других работах, использовавших кусочно-линейную аппроксимацию диаграмм. Однако ввиду своей сложности эти решения не нашли практического применения. Требуемые для других решений [2, 3] параметры аппроксимации должны быть установлены на основании данных практики, что ограничивает возможность их использования. Кроме того, эти решения не отражают некоторые особенности проявления горного давления. Так, при одинаковых прочностных и деформационных характеристиках горных пород смещения кровли и боков выработки круглого сечения получаются одинаковыми, а в действительности смещения кровли могут превышать смещения боков. Объясняется это тем, что в расчетах не учитывается сила тяжести пород, находящихся в зоне неупругих деформаций (ЗНД) вокруг выработки. Проблемными также представляются расчет сопротивления крепи выработки в зависимости от податливости в направлении кровли и определение смещений контура выработки со свободным закрепным пространством.

Цель и задачи научного исследования

Целью данной работы является исследование напряженно-деформированного состояния кровли выработки с использованием решения упругопластической задачи с учетом собственного веса пород в уравнении равновесия и зависимости смещений от объемного расширения пород при сжатии, а также анализ различных факторов, влияющих на эти смещения.

Решение задачи

В кровле на вертикальной оси симметрии выработки круглого сечения на элементарный объем действуют радиальное σ_r и тангенциальное σ_θ главные напряжения. Кроме этих напряжений на этот объем действует собственный вес. В этом случае с учетом объемного веса γ уравнение статики запишется так:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} + \gamma = 0. \quad (1)$$

На границе ЗНД радиусом R_p с упругой зоной напряжения соответствуют предельному состоянию и для прямолинейной огибающей кругов Мора связь между ними имеет вид

$$\sigma_{\theta}(R_p) = c\sigma_r(R_p) + \sigma_{сж}, \quad (2)$$

где $\sigma_{сж}$ – прочность пород на одноосное сжатие, а c выражается через угол внутреннего трения ρ : $c = (1 + \sin\rho)/(1 - \sin\rho)$.

В промежуточных точках ЗНД напряжения изменяются от наименьших на контуре выработки до предельных на границе с упругой зоной. При этом максимальное напряжение σ_{θ} функционально связано с минимальным σ_r . Для незакрепленной выработки максимальное напряжение возрастает от остаточной прочности при одноосном сжатии σ_0 на контуре выработки до $\sigma_{\theta}(R_p)$ на границе ЗНД, а минимальное – от 0 до $\sigma_r(R_p)$. Примем для рассматриваемой зоны линейную связь между этими напряжениями

$$\sigma_q = k\sigma_r + \sigma_0, \quad (3)$$

где k – коэффициент, характеризующий состояние массива.

Решая дифференциальное уравнение (1) с учетом (3) и принимая на контуре выработки радиусом R радиальное напряжение равным сопротивлению крепи p , получим

$$\sigma_r = \left(\frac{\sigma_0}{k-1} + p - \frac{\gamma R}{k-2} \right) \cdot r^{k-1} + \frac{\lambda R}{k-2} \cdot r - \frac{\sigma_0}{k-1}. \quad (4)$$

В упругой зоне напряжения

$$\sigma_{r,\theta} = q \pm B/r^2, \quad (5)$$

где q – составляющая нетронутого массива окрестности выработки.

На границе ЗНД с упругой зоной при $r = R_p$ напряжения отвечают условиям (2), (3) и (5). Отсюда определим

$$k = [\sigma_{сж} + 2qc - \sigma_0(c + 1)]/(2q - \sigma_{сж}), \quad (6)$$

а также для радиального напряжения на границе с упругой зоной получим

$$\sigma_r(R_p) = (2q - \sigma_{сж})/(c + 1); \quad \sigma_r(R_p) = (2q - \sigma_0)/(k + 1). \quad (7)$$

Определим $\sigma_r = \sigma_r(R_p)$ из формулы (4), приняв $r = R_p$. После замены $\sigma_r(R_p)$ соответствующим выражением из (7) получим уравнение для определения расстояния R_p граничной точки ЗНД от центра выработки:

$$R_p^{k-1} \left(\frac{\sigma_0}{k-1} + p - \frac{\gamma R}{k-2} \right) + \frac{\gamma R}{k-2} \cdot R_p - \frac{2q(k-1) + 2\sigma_0}{k^2 - 1} = 0. \quad (8)$$

При заданных параметрах уравнение решается относительно R_p в Mathcad с обращением к функции `root`. Если не учитывать силу тяжести пород в ЗНД, то в выражении (8) принимается $\gamma = 0$ и решение получается замкнутым.

Переход пород ЗНД в запредельное состояние сопровождается увеличением объема, дилатансией. В упругой зоне деформации связаны с напряжениями законом Гука, поэтому увеличение объема здесь не связано с дилатансией. В связи с этим дилатансия в ЗНД не является одинаковой во всех точках и изменяется от максимального значения на

контуре выработки до нуля на границе ЗНД. Это подтверждается данными натурных измерений [2, 4], показавших, что относительное разрыхление с удалением от контура выработки монотонно убывает по кривой. При известной закономерности изменения разрыхления породы в окрестности выработки можно определить смещение ее контура.

Согласно экспериментальным данным, коэффициент разрыхления уменьшается с ростом минимального напряжения. Г.Л. Фисенко [5] рекомендует принимать убывание этого коэффициента подобно коэффициенту пористости при компрессионных испытаниях, то есть по гиперболе. В подготовительных и капитальных выработках максимальное разрыхление наблюдается на поверхности незакрепленной выработки, и по его же рекомендациям здесь для ориентировочных расчетов следует принимать коэффициент разрыхления $k_p = 1,1 \dots 1,15$. Максимальная же величина этого коэффициента достигает 1,18.

При исследовании зависимости смещений в выработке от сопротивления крепи [6] было установлено, что коэффициенты расширения приконтурного двухметрового слоя пород на участках с сопротивлением 150, 200, 400, 600 и 800 кН составляли соответственно 1,167; 1,105; 1,095; 1,056 и 1,035. По этим данным, уменьшение коэффициента разрыхления с ростом сопротивления крепи происходит также по кривой, подобной гиперболе.

Коэффициент разрыхления k_p горных пород связан с относительной объемной деформацией ϵ_v соотношением $k_p = \epsilon_v + 1$. Относительная объемная деформация ϵ_v^0 в запредельном состоянии при одноосном сжатии является деформационной характеристикой горных пород и может быть определена при испытании в установках на объемное сжатие. Результаты таких испытаний содержатся в работе [3] для различных горных пород. Согласно этим данным, в запредельном состоянии у горных пород происходит увеличение объема (дилатансия). При этом для осадочных пород характерна тенденция уменьшения дилатансии с увеличением минимального напряжения по гиперболе.

На основании этих данных с учетом граничных условий объемную деформацию в ЗНД можно принять в виде следующей зависимости:

$$\epsilon_v = \epsilon_v^0 \frac{\sigma_r(R_p) - \sigma_r}{\sigma_r(R_p) + \sigma_r}. \quad (9)$$

Увеличение объема пород в ЗНД сопровождается перемещением их в выработку и связано со смещением u_d контура выработки, которое определится интегрированием:

$$u_d = \epsilon_v^0 \int_1^{R_p} \frac{\sigma_r(R_p) - \sigma_r}{\sigma_r(R_p) + \sigma_r} r dr. \quad (10)$$

Перемещение $u(R_p)$ границы упругой зоны с ЗНД радиусом R_p вызывает перемещение u_y точек контура выработки радиусом R :

$$u_y \cdot R = u(R_p) \cdot R_p. \quad (11)$$

Это перемещение определится из решения задачи Лямэ и геометрического уравнения $\epsilon_\theta = u/r$:

$$u_y = \frac{1+\mu}{E} [2(1-\mu)q - \sigma_r(R_p)] R_p^2, \quad (12)$$

где E и μ – соответственно модуль упругости и коэффициент Пуассона пород, а перемещение и радиус ЗНД выражаются в долях от радиуса выработки.

Для определения смещений в выработке помимо давления q в ее окрестности и сопротивления p крепи необходимо знать характеристики предельного и запредельного состояний окружающих пород.

Определение этих характеристик связано с необходимостью привлечения сложного оборудования. Однако по отношению к осадочным горным породам эта задача может быть упрощена, поскольку для них значения некоторых характеристик вследствие их незначительного колебания могут быть приняты известными априори.

Анализ значений угла внутреннего трения, проведенный А.Н. Раенко [7], показывает, что для горных пород крепостью от 1,5 до 6 в интервале глубин 400...1200 м этот угол изменяется в незначительных пределах – 24...28°.

Лабораторные испытания [3] показывают, что для многих горных пород остаточная прочность σ_0 при одноосном сжатии близка к нулю, а если породы находятся на контуре горных выработок, то их прочность становится еще ниже от влияния воздуха и влаги. Натурные наблюдения [5, 8] свидетельствуют о том, что в условиях развившихся деформаций горные породы на контуре выработки, где реализуется плоское напряженное состояние, адекватное, согласно условию Кулона-Мора, линейному, находятся в руинном состоянии. Поэтому при расчете смещений следует принимать $\sigma_0 = 0$.

На практике крепь выработок непосредственно после ее установки зачастую лишь предупреждает вывалы породы из кровли и не препятствует дилатансионным проявлениям. Это связано с оставлением свободного закрепного пространства, которое может быть следствием как горно-геологических, так и технических факторов. При этом замечено [8], что «чем больше закрепное пространство, тем больше смещений после начала взаимодействия крепи с породами кровли». Таким образом, развившиеся до возникновения реакции со стороны крепи дилатансионные процессы могут явиться причиной повышенного объема работ по поддержанию выработки.

Примем размер закрепного пространства на момент установки крепи равным Δ . По мере проведения выработки и последующего развития горных работ давление q в окрестности выработки возрастает, растут и смещения пород. При этом до появления контакта между крепью и окружающими породами отпора со стороны крепи нет и на этой стадии $p = 0$ и напряженное состояние контура выработки эквивалентно одноосному сжатию. Если $\Delta = 10$ см и радиус выработки $R = 2$ м, то при перемещении до контакта относительная деформация на контуре $\epsilon_0 = 0,05$, а для осадочных горных пород при относительной деформации 0,01 при одноосном сжатии наблюдается стадия остаточной прочности. За этим следует переход пород в руинное состояние, при котором остаточная прочность равна нулю, о чем свидетельствуют натурные наблюдения [2, 8]. В момент возникновения контакта между крепью и боковыми породами $u_d = \Delta$, и это соответствует определенному радиусу R'_p зоны запредельного состояния. Принимая для этого этапа развития смещений до ликвидации свободного пространства между крепью и боковыми породами $p = 0$ и $\sigma_0 = 0$, из формулы (10), пренебрегая γ , получим

$$R'_p / R_n = \sqrt{1 + 2\Delta / R_n \epsilon_v^0}. \quad (13)$$

При отсутствии отпора со стороны крепи и остаточной прочности $\sigma_0 = 0$ напряжения σ_r и σ_θ в зоне запредельного состояния, согласно формулам (4), равны нулю, поэтому породы внутри этой зоны до появления контакта с крепью находятся в ненапряженном состоянии. Поскольку при этом предполагается, что остаточная прочность $\sigma_0 = 0$, то тогда и коэффициент сцепления здесь $k_0 = 0$. Это характерно для сыпучей среды и, рассматривая действие крепи на нее, можно воспользоваться уравнениями статики этой среды, принимая σ_r активной, а σ_θ пассивной составляющими.

После ликвидации зазора Δ в работу вступает крепь и по контуру радиусом R оказывает давление p , равное ее сопротивлению, на окружающие породы. В результате этого на границе предварительно сформированной запредельной зоны возникает давление p' , которое при постоянном отпоре p сохраняется с ростом смещений и по законам статики сыпучей среды:

$$p' = \frac{p}{\left(\frac{R'}{R}\right)^{c-1}}. \quad (14)$$

После перекрытия закрепного пространства деформирующимися породами с дальнейшим ростом давления q зона запредельного состояния увеличивается и ее радиус в зависимости от давления p' из формулы (8) $R_p = R_p' [2q/p'(k+1)]^{1/(k-1)}$.

Если пренебречь γ и σ_0 , то перемещение u'_d границы радиусом R'_p в долях этого радиуса, возникающее при действии отпора p о стороны крепи и действии давления p' на этой границе, запишется из формулы (10) и (4):

$$u'_d = \epsilon_v^0 \int_1^{R_p} \frac{\sigma_r(R_p) - p'r^{k-1}}{\sigma_r(R_p) + p'r^{k-1}} r dr, \quad (15)$$

где перемещение выражается в долях от R_p' .

Это приводит к дополнительному перемещению пород внутрь выработки с момента их контакта с крепью, которое равно ее смещению: $u_d = u'_d R_p'/R$.

Сечения выработок в большинстве случаев не являются круглыми, однако полученные результаты можно применить к сечениям, распространенным на практике. Как показали расчеты С.Б. Колоколова [10], неупругая область вокруг выработки по форме и размеру одинакова для трапециевидной, квадратной, арочной или равновеликой круглой. Это подтверждается и более поздними исследованиями, проведенными численным моделированием [11]. При расчете смещений кровли необходимо определить радиус равновеликой выработки круглого сечения $R = \sqrt{S/p}$ или принять его равным полуширине заданной выработки, если она превышает этот радиус.

Анализ факторов, влияющих на смещения, и выводы

Перемещение податливой крепи в вертикальном направлении ограничено некоторой величиной U , по исчерпанию которой наступает режим жесткого сопротивления. К этому моменту в окрестности выработки формируется ЗНД. В жестком режиме рост смещений должен прекратиться. Для этого необходимо, чтобы размер ЗНД не увеличивался, что обеспечивается определенным сопротивлением крепи в режиме податливости.

Рассмотрим пример расчета податливой крепи КМП-А3, выполненной из СВП-27, при следующих характеристиках: сечение выработки в черне $S = 17,9 \text{ м}^2$ при ширине $b = 5,08 \text{ м}$; максимальная осадка крепи $U = 0,3 \text{ м}$; предельная нагрузка на раму в режиме податливости $N = 280 \text{ кН}$.

Глубина расположения выработки $H = 1000 \text{ м}$, объемный вес покрывающих пород $\gamma = 25 \text{ кН/м}^3$, выработка одиночная, поэтому коэффициент опорного давления $k_{од} = 1$. Характеристики пород кровли: $\sigma_{сж}^0 = 45 \text{ МПа}$; $k_c = 0,6$; $\sigma_0 = 0$; $\rho = 26^\circ$; $\epsilon_v^0 = 0,1$; $E = 20000 \text{ МПа}$; $\mu = 0,25$.

Радиус равновеликой выработки меньше полуширины, поэтому принимаем $R = b/2 = 2,54 \text{ м}$.

Требуется определить сопротивление крепи, установленной вплотную к контуру выработки, при котором смещение кровли равно ее максимальной осадке, а также определить влияние величины свободного закрепного пространства на смещения.

Решение реализуем в Mathcad. Символом Γ обозначим объемный вес пород ЗНД. Поскольку сопротивление p крепи не известно, задаемся его значением произвольно и затем последовательными приближениями для $U = 0,3$ м находим значение $p = 0,084$ МПа, которое соответствует заданному перемещению.

Порядок расчета следующий:

$$\begin{aligned}
 H &:= 1000 \quad \gamma := 0.025 \quad \text{код} := 1 \quad q := \text{код} \cdot \gamma \cdot H \quad p := 0.084 \quad \sigma_0 := 45 \quad \Gamma := 0.025 \\
 k_c &:= 0.6 \quad \sigma_c := \sigma_0 \cdot k_c \quad \rho := 26 \cdot \frac{p}{180} \quad c := \frac{1 + \sin c}{1 - \sin c} \quad R := 2.54 \\
 \varepsilon &:= 0.1 \quad \Delta := 0 \quad R_p := R + \Delta \quad R_{p1} := R_p \cdot \sqrt{1 + \frac{2\Delta}{R_p \cdot e}} \quad \underline{R_{p1} = 2.54} \\
 p_1 &:= \frac{p}{\left(\frac{R_{p1}}{R}\right)^{\frac{c-1}{c}}} \quad k := \frac{2q \cdot c + \sigma_c}{2q - \sigma_c} \quad \sigma_0 := 0 \cdot \sigma_c \quad \sigma_0 = 0 \quad \sigma_r R_p := \frac{2q - \sigma_0}{k + 1} \\
 F(r) &:= r^{k-1} \cdot \left(\frac{\sigma_0}{k-1} + p_1 - \frac{\Gamma \cdot R_{p1}}{k-2} \right) + r \cdot \frac{\Gamma \cdot R_{p1}}{k-2} - \frac{2q \cdot (k-1) + 2\sigma_0}{k^2 - 1} \\
 r &:= 2 \quad r_0 := \text{root}(F(r), r) \quad \underline{r_0 = 2.194} \quad R_{pm} := r_0 \cdot R_{p1} \quad R_p := \frac{R_{pm}}{R} \quad \underline{R_p = 2.194} \\
 \sigma_r(r) &:= \left(\frac{\sigma_0}{k-1} + p_1 - \frac{\Gamma \cdot R_{p1}}{k-2} \right) \cdot r^{k-1} + \frac{\Gamma \cdot R_{p1}}{k-2} \cdot r - \frac{\sigma_0}{k-1} \quad \text{уд1} := \varepsilon \cdot \int_1^{r_0} \frac{\sigma_r(R_p) - \sigma_r(r)}{\sigma_r(R_p) + \sigma_r(r)} \cdot r \cdot dr \\
 \underline{\text{уд1} = 0.109} \quad \text{уд1} &:= \text{уд1} \cdot \left(\frac{R_{p1}}{R} \right)^2 \quad \underline{\text{уд} = 0.109} \quad U_d := \text{уд} \cdot R \quad \underline{U_d = 0.276} \\
 E &:= 20000 \quad \mu := 0.25 \quad u_y := \left[(1 - \mu^2) \cdot 2q - (1 + \mu) \cdot \sigma_r R_p \right] \cdot \frac{(R_p)^2}{E} \quad u_y = 9.34 \times 10^{-3} \\
 u &:= \text{уд} + u_y \quad \underline{u = 0.118} \quad U_y := u_y \cdot R \quad \underline{U_y = 0.024} \quad U := U_d + U_y \quad \underline{U = 0.3}
 \end{aligned}$$

В заданных условиях крепь устанавливается вплотную к контуру, поэтому до контакта пород с крепью ЗНД не формируется, а ее радиус $R_{p1} = R = 2,54$ м и зазор $\Delta = 0$. Найденное в результате обращения к функции `root` значение r_0 равно координате крайней точки ЗНД, выраженной в долях от R_{p1} , что соответствует 5,573 м. В долях от R эта координата $R_p = 2,194$. Определенное интегрированием перемещение $\text{уд1} = 0,109$ сформировавшейся при ликвидации зазора Δ границы ЗНД выражается в долях от R_{p1} . В долях от R перемещение контура выработки $\text{уд} = 0,109$ или $U_d = 0,276$ м. Упругая составляющая смещений $U_y = 0,024$ м.

Полное смещение крепи $U = 0,3$ м, что соответствует заданной осадке в режиме податливости.

По величине предельной нагрузки на раму и сопротивлению крепи определяем расстояние между рамами: $l = 0,28/5,08 \cdot 0,084 = 0,656$ м.

$\frac{\Gamma}{\Delta}$	0,025	0
0	0,3	0,277
0,05	0,647	0,584
0,1	1,013	0,888

В таблице приведены рассчитанные для условий рассмотренной задачи смещения при наличии свободного пространства за крепью 0,05 и 0,1 м с учетом объемного веса и без него. Следует отметить большое влияние этого фактора. Оставление свободного закрепного пространства 0,05 и 0,1 м приводит к росту смещений более чем в два и три раза соответственно.

Последняя колонка содержит смещения без учета объемного веса пород в ЗНД. Влияние этого фактора составляет около 10 %.

Расчеты показывают значительное влияние остаточной прочности при одноосном сжатии σ_0 на смещения. При $\sigma_0 = 0,05\sigma_{сж}$ и $\Delta = 0$ для рассмотренных выше условий $U = 0,141$ м, что более чем в два раза меньше, чем смещение при нулевой остаточной прочности. В связи с этим представляется важным сохранение обнаженных пород кровли в естественном состоянии, что достигается, например, заполнением закрепного пространства уплотняющимся пенопластом.

Большое влияние на смещение кровли оказывает изменение составляющей массива q . Например, если в рассмотренных условиях действует соседняя выработка, то при коэффициенте опорного давления $код = 1,2$ смещение кровли возрастает более чем в два раза: $U = 0,616$ м.

ЗСУВИ КРІВЛІ ПРОТЯЖНОЇ ВИРОБКИ

О.Ю. Кликов

Розглядаються пружні і не пружні деформації кривлі виробки з урахуванням об'ємної ваги порід. Прийнято лінійний зв'язок між головними напруженнями. Приведені формули зсувів контуру виробки і аналізуються результати розв'язання в Mathcad.

DISPLACEMENTS of EXTENDED COURSE ROOF

A. Klykov

Elastic and inelastic deformations of course roof were examined taking into account the rocks volume weight. The linear connection between main tensions was accepted. There are the formulas of course contour displacements. The results of solution using the Mathcad were analyzed.

Список использованных источников

1. *Линьков А.М.* Учет запредельных деформаций в плоской задаче в круглой выработке / А.М. Линьков // ФТПРПИ. – 1977. – № 5. – С. 16 – 22.
2. *Заславский Ю.З.* Новые виды крепи горных выработок / Ю.З. Заславский, Е.Б. Дружко. – М.: Недра, 1989. – 255 с.
3. *Ставрогин А.Н.* Прочность горных пород и устойчивость выработок на больших глубинах / А.Н. Ставрогин, А.Г. Протосеня. – М.: Недра, 1985. – 271 с.
4. *Шашенко А.Н.* Особенности управления геомеханическими процессами вокруг протяженной выработки / А.Н. Шашенко, А.В. Солодянкин // Проблемы гирського тиску. – 2008. – Вып. 16. – С. 26 - 51.
5. *Фисенко Г.Л.* Предельные состояния горных пород вокруг выработок / Г.Л. Фисенко. – М.: Недра, 1976. – 272 с.
6. *Черняк И.Л.* Влияние сопротивления крепи на устойчивость кровли подготовительных выработок / И.Л. Черняк, И.В. Крылов // Уголь. – 1985. – № 11. – С. 11 - 13.
7. *Раенко А.Н.* К установлению значения угла внутреннего трения горных пород. – Днепропетровск, 1993. – 8 с. – Деп. в ГНТБ Украины 16.11.93. - № 2266. – Ук 93.
8. *Черняк И.Л.* Влияние сопротивления крепи на устойчивость присечных выработок / И.Л. Черняк, С.П. Грищенко // Изв. вузов. Горный журнал. – 1988. – № 9. – С. 34 - 38.
9. *Черняк И.Л.* Влияние размеров закрепного пространства на устойчивость подготовительных выработок / И.Л. Черняк, В.В. Усачев // Изв. вузов. Горный журнал. – 1990. – № 11. – С. 27 - 30.

10. Колоколов С.Б. Определение границы неупругой области вокруг горной выработки / С.Б. Колоколов // Изв. вузов. Горный журнал. – 1988. – № 9. – С. 39 - 41.

11. Мартовицкий А.В. О размерах зоны неупругих деформаций вокруг выработки различной формы поперечного сечения / А.В. Мартовицкий, Р.Н. Терещук, С.Н. Гапеев // Научный вестник Национального горного университета: науч.-техн. журн. – Днепропетровск, 2011. – № 1. – С. 29 – 32.

Надійшла до редакції 04.12.2013 р.

УДК 69.059.018

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНИХ І КАПІТАЛЬНИХ РЕМОНТІВ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД НА АЕС

**М.В. Лапа¹, к.т.н., доц., М.А. Цезарук², інж., І.С. Печонкін³, студ.,
Є.В. Мирошниченко¹, ст. викл.**

¹Севастопольській національній університет ядерної енергії та промисловості

²ОП Хмельницька АЕС, м. Нетешін

³Київській національній університет будівництва та архітектури

В роботі досліджено фактори, які впливають на планування та проведення ремонтних робіт виробничих будівель, споруд на АЕС, удосконалено документацію з планування та проведення ремонтів в виробничих будівель, споруд на прикладі ВП ХАЕС

Вступ

Основним документом для планування ремонтно-будівельних робіт є «Положення про організацію експлуатації виробничих будівель та споруд» (далі по тексту Положення) № 0.ИГ.5665.ПЛ-07 [1], розроблене службою відомчого нагляду і пожежної безпеки (СВНіПБ) ВП ХАЕС (відокремлений підрозділ Хмельницька атомна електростанція). Дане Положення являється документом, на основі якого повинні бути організовані експлуатація і ремонт ВБіС (виробничі будівлі і споруди). В ньому оговорюються питання, більш пов'язані з відомчим наглядом за будівлями і спорудами і лише в одному розділі – коротко викладені вимоги до планування.

Планування ремонтно-будівельних робіт на рік згідно Положення [1] здійснюється РБУ (ремонтно-будівельне управління) енергоремонтного підрозділу (ЕРП) на підставі акту загального весняного огляду ВБіС, заходів, технічних рішень, наказів ВП ХАЕС і вищих організацій, відомостей об'ємів робіт підрозділів, дефектних відомостей, затверджених в цехах – власниках будівель (приміщень), заявок підрозділів.

Для планування та проведення ремонтно-будівельних робіт підприємство використовує також нормативні документи [1, 3 - 8]. Але упущено такий важливий документ, як кошторисна документація на ремонт ВБіС. Адже планувати виконання робіт необхідно в межах кошторису, де чітко визначено трудомісткість робіт та їх вартість. Не підтверджені фінансуванням роботи не можуть бути виконані.