

УДК 622.268.2:674.038.3.002.68

Н.В. Беликова

**АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ОХРАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ВИДЕ ТУМБ
ИЗ ДЕРЕВЯННО-БЕТОННЫХ БЛОКОВ
ПРИ БЕСЦЕЛИКОВОЙ ОХРАНЕ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

На пологих угольных пластах Российского Донбасса мощностью 0,65-2,0 м более 75 % выемочных штреков охраняются для повторного использования искусственными охранными конструкциями в виде тумб из деревянно-бетонных блоков (БДБ) [1].

Большой объем применения тумб из блоков БДБ объясняется их высокой несущей способностью, регулируемой податливостью и значительной площадью рабочей поверхности, которые позволяют применять их в широком диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий.

В работах [2, 3] разработана эффективная методика определения необходимых параметров охранных тумб из блоков БДБ (податливости, несущей способности и плотности установки) с учетом влияния жесткости тумб и основных горно-геологических и горнотехнических факторов.

Однако из-за сложности данной методики и значительного объема требуемых расчетов на шахтах региона используют, как правило, упрощенные паспорта охраны повторно используемых выемочных штреков, которые учитывают, как правило, только категорию обрушаемости основной кровли по классификации ВНИИМИ.

По данным паспортам плотность установки тумб на 1 м длины штрека принимается: при легкообрушающейся кровле равной 1 тумбе; при среднеобрушающейся кровле - 2 тумбам и при труднообрушающейся кровле - 3 тумбам. Ожидаемая податливость тумб БДБ принимается равной 15 % от вынимаемой мощности пласта.

Проведенные в работах [2, 3] экспериментальные и теоретические исследования показали, что на фактические значения податливости и нагрузки на тумбы БДБ большое влияние оказывают и другие факторы. В их число входят: модуль упругости тумб, вынимаемая мощность пласта, глубина заложения штрека, расстояние от угольного массива до центра ряда тумб, мощность и прочность пород непосредственной и основной кровли и т.д. Влияние указанных факторов может изменить требуемую плотность установки тумб БДБ в 1,5-2 раза.

При недостаточной податливости тумб БДБ, они часто эксплуатируются в режиме «заданной деформации» или «взаимовлияющей деформации», когда на них резко возрастает нагрузка со стороны смещающихся над выработанным пространством очистного забоя пород кровли. В этом случае тумбы могут раз-

рушаться, вдавливаясь в боковые породы или приводить к разрушению бермы. Для исключения этого необходимо значительно увеличивать плотность установки тумб вдоль охраняемого штрека, что приводит к большому экономическому ущербу.

При средней стоимости одного блока БДБ 300 рублей и при наличии в тумбе от 6 до 14 блоков, увеличение плотности установки тумб БДБ только на 1 тумбу на 1 м длины штрека может привести к экономическому ущербу в размере от 1,8 до 4,2 миллиона рублей на 1 км длины штрека.

При высокой податливости тумб БДБ из-за значительного уменьшения нагрузки на тумбы может быть существенно снижена плотность их установки. Однако при этом развиваются интенсивные смещения и разрушения пород кровли в пролете между массивом и охранным рядом тумб, что приводит к необходимости дорогостоящего перекрепления выработок и резко снижает безопасность работ на выемочном участке. Экономический ущерб, связанный с перекреплением выработки, может составить 20-30 миллионов рублей на 1 км длины штрека. По указанным причинам в настоящее время весьма актуальной задачей для шахт Российского Донбасса является разработка алгоритма и программы определения необходимых параметров охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков при бесцеликовой охране подготовительных выработок, реализующих методику, изложенную в работах [2, 3].

На рисунке показан разработанный автором алгоритм определения параметров охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков диамет-

ром 630 мм при бесцеликовой охране подготовительных выработок.

Данный алгоритм состоит из следующих основных этапов:

Этап 1. Начало.

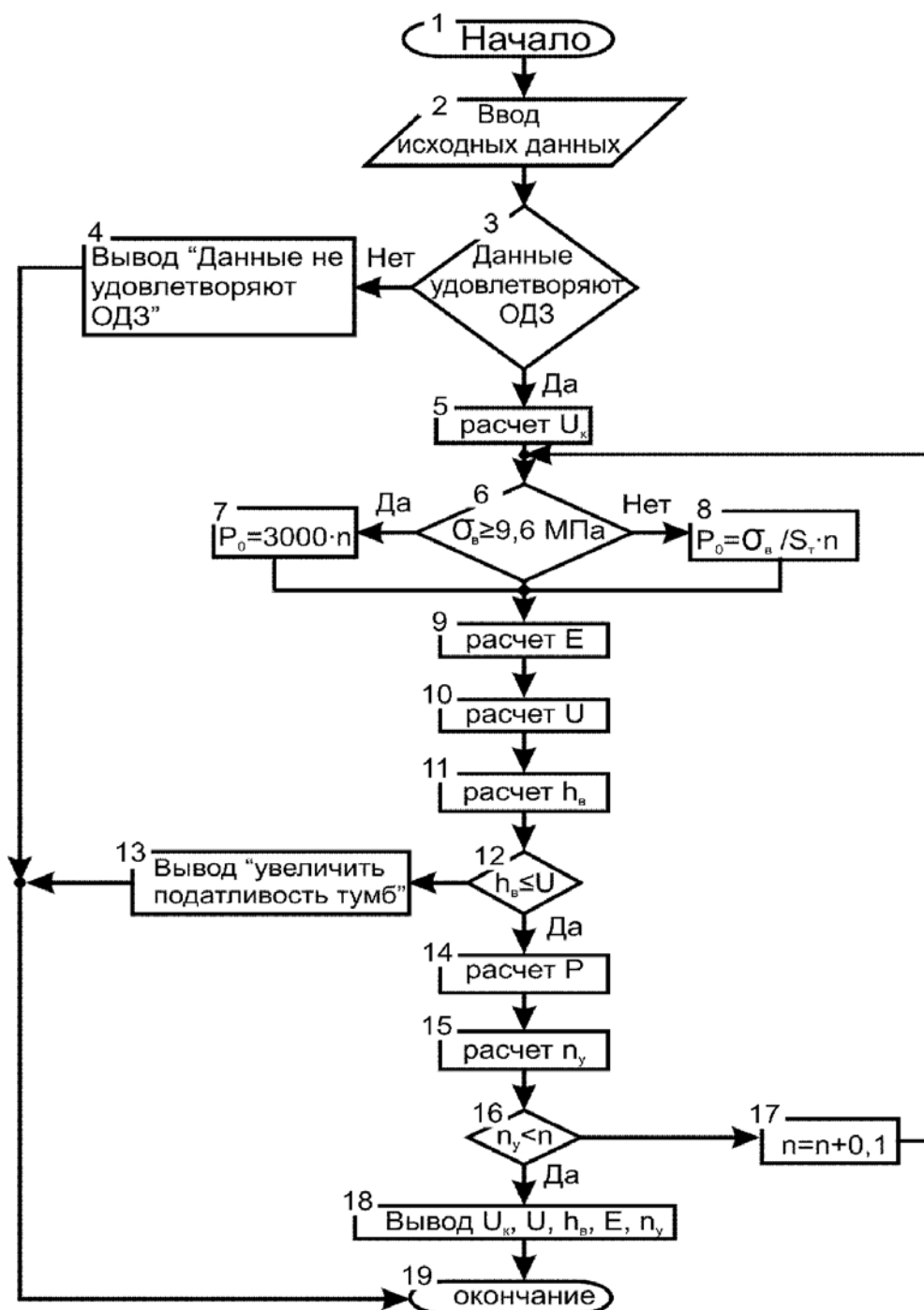
Этап 2. Ввод исходных данных. Перечень исходных данных и возможной области их значений приведены в работе [3]. Первоначально плотность установки тумб БДБ на 1 м длины штрека n может приниматься равной 1 тумбе.

Этап 3. Проверка, удовлетворяют ли исходные данные области допустимых значений (ОДЗ). Если «нет», то переход к этапу 4, выводится сообщение, что «исходные данные не отвечают ОДЗ» и осуществляется переход к этапу 19 «Окончание». Если «да», то осуществляется переход к этапу 5.

Этап 5. Расчет максимально допустимого опускания непосредственной кровли над охранной конструкцией U_k , когда не происходит существенных вывалов и разлома пород непосредственной кровли в штреке по границе угольного массива. Значение U_k определяется по зависимости, приведенной в работе [3] и учитывающей литологический состав пород непосредственной кровли и тип их цемента.

Этап 6. Проверка, длительная прочность на вдавливание верхнего слоя почвы, на который устанавливаются тумбы БДБ, $\geq 9,6$ МПа. Если «да», то переход к этапу 7. Если «нет» переход к этапу 8.

Этап 7. Расчет несущей способности тумб БДБ, установленных на 1 м длины штрека при длительной прочности на вдавливание верхнего слоя почвы, на который устанавливаются тумбы БДБ, $\geq 9,6$ МПа. Расчет осуществляется по формуле, приведенной в работе [3].



Алгоритм определения параметров охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков при бесцеликовой охране подготовительных выработок

Этап 8. Расчет несущей способности тумб БДБ, установленных на 1 м длины штрека при длительной прочности на вдавливание верхнего слоя почвы, на который устанавливаются тумбы БДБ, меньше 9,6 МПа. Расчет осуществляется по зависимости, приведенной в работе [3].

Этап 9. Расчет приведенного модуля упругости тумбового ряда, установленного на 1 м длины штрека. Расчет осуществляется по формуле, приведенной в работе [3].

Этап 10. Расчет смещений кровли U над охранной конструкцией, при достижении которых, тумбы БДБ перестают работать в режиме «заданной деформации» и начинают работать в режиме «заданной нагрузки». Величина минимально допустимого смещения кровли U определяется по статистической зависимости, приведенной в работе [3].

Этап 11. Расчет необходимой податливости тумб из блоков БДБ h_b для обеспечения работы тумбы в режиме «заданных нагрузок». Производится по формуле, приведенной в работе [3].

Этап 12. Производится проверка $h_b > U$. Если «да», то переход к этапу 13. Если «нет», то переход к этапу 14.

Этап 13. Вывод сообщения на экран «увеличить податливость тумб» и переход к этапу 19 «Окончание».

Этап 14. Расчет ожидаемой нагрузки P со стороны кровли на тумбы БДБ, установленные на 1 м длины штрека. Расчетная нагрузка со стороны кровли на тумбы БДБ, установленные на 1 м длины штрека, определяется по корреляционной зависимости, указанной в работе [2].

Этап 15. Расчет уточненной плотности тумб p_y , устанавливаемых на 1 м длины штрека, осуществляется по формуле, приведенной в работе [3].

Этап 16. Проверка $p_y < p$. Если «да», то переход к этапу 17. Если «нет», то переход к этапу 18.

Этап 17. Вывод данных расчетных значений U_k , U , h_b , E , p_y .

Этап 18. Выполнение операции $p_n = p_n + 0,1$ и переход к этапу 6 и повторение расчета при новом значении p_n .

Этап 19. Окончание выполнения алгоритма.

На основе данного алгоритма разработана программа расчета основных характеристик охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков при бесцеликовой охране подготовительных выработок.*

В качестве примера по разработанной программе проведен расчет необходимой плотности установки тумб в условиях пласта I_6^n штрека №413 шахты «Восточная».

Вынимаемая мощность пласта составляет 1,5 м, а угол его падения 8° . Непосредственная кровля сложена аргиллитом мощностью 2 м и прочностью на одноосное сжатие 60 МПа. Основная кровля сложена песчаником мощностью 12 м и прочностью 140 МПа. Шаг вторичных осадок основной кровли составляет 35 м. Непосредственная почва имеет прочность верхнего слоя на длительное вдавливание 30 МПа при залегании в ней крепкого песчаника и песчаного сланца.

Пролет штрека в проходке составляет 5,5 м, а глубина его заложения 1080 м. Расстояние от бермы до центра охранной конструкции в виде двойного ряда тумб БДБ диаметром 630 мм составляет 1,5 м.

По результатам проведенного расче-

*Программа хранится в депозитарии Издательства МГГУ (626/05-08 - 13.03.08) 7 с.

та при указанных горно-геологических и горнотехнических условиях требуемая податливость тумбы должна изменяться в интервале от 0,27 до 0,37 м и составлять 0,31 м. Расчетная плотность установки тумб БДБ при наличии прочной почвы могла бы составлять 1,3 тумбы на 1 м длины штрека.

Результаты расчетов подтверждаются практикой охраны штрека №413. В зонах с прочной почвой, сложенной песчаником при плотности установки 1,3-1,4 тумбы на 1 м обеспечивались смещения кровли над тумбовым рядом 0,3-0,35 м (20,5-23,3 % от вынимаемой мощности пласта).

В тоже время по действующему типовому паспорту при наличии трудно-обрушающейся кровли требуемая плот-

ность установки составляла 3 тумбы на 1 м длины штрека.

Таким образом, при проверке разработанного алгоритма и программы установлено, что в штреке №419 средняя плотность установки могла быть уменьшена на 1,7 тумбы на 1 м. Проведенные эксперименты подтвердили соответствие результатов расчетов фактическим смещениям кровли и плотности установки тумб БДБ для охраны штрека №413. Экономический эффект от применения разработанного алгоритма и программы расчета параметров тумб БДБ составляет в данных условиях 4,89 миллиона рублей на 1 км длины штрека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рутков К.И., Беликов В.В., Беликова Н.В. Охрана повторно используемых выработок тумбами из деревянно-бетонных блоков. // Уголь, – 1999. – № 8. – с. 15–17.

2. Беликова Н.В. О расчете податливости и несущей способности охраняемых конструкций из деревянно-бетонных и железобетонных блоков при бесцеликовой охране выемочных выработок на шахтах Российско-

го Донбасса. Состояние и перспективы развития Восточного Донбасса. Сб. науч. тр. Ч.1. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – С. 142-146.

3. Артемьев В.Б., Диколенко Е.Я., Беликова Н.В. и др. Каталог рекомендуемых способов управления геомеханическим состоянием горного массива для угольных шахт России. – М., изд. ННЦ ГПП-ИГД им. А.А. Скочинского, 2003. – 98 с. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Беликова Н.В. – кандидат технических наук, доцент, Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета (НПИ).

