

Критика и библиография

В. И. НИКОЛИН, доктор техн. наук
(ДонНТУ)

С. Г. ЛУНЕВ, канд. техн. наук
(Госкомохрантруда Украины)

А. В. АГАФОНОВ, доктор техн. наук
(Донецкий экспертно-технический центр)

И. Ф. ЯРЕМБАШ, доктор техн. наук,

А. К. НОСАЧ, С. В. ПОДКОПАЕВ,
кандидаты техн. наук
(ДонНТУ)

ОПОРНО- АНКЕРНОЕ КРЕПЛЕНИЕ ВЫРАБОТОК

Впервые, по крайней мере за последние 10—15 лет, в Украине издана весьма основательная и полезная монография А. Ф. Булата и В. В. Виноградова*. Зная, понимая и чувствуя учебный процесс, природные и технологические процессы угольно-рудного производства, авторы определили книгу как справочную, научно-техническую, обучающе-повествовательную и нормативно-контрольную. В целом разделяем как высокую оценку монографии по новой для нас технологии опорно-анкерного крепления, так и возможность обеспечения ее успешного применения только при системном подходе ко всему спектру проблем — от производства элементов крепи до контроля безопасного состояния выработки.

Наш отклик — не формальная оценка публикации, а выражение доброжелательного отношения к ней как к крупному исследованию. Замечания — не констатация недостатков, а скорее выражают конкретные предложения, направленные на уточнение геомеханических основ анкерного крепления, на дальнейшую детализацию области его применения, учитывающую в том числе особенности горно-геологических и технологических условий Донбасса.

Глава 1 является полезной справочно-общеобразовательной для широкого круга специалистов: от проходчиков и студентов до ИТР и научных работников. Кроме того, в ней на основе технико-экономического анализа отечественного и мирового опыта использования традиционной технологии поддерживающего (подпорного) крепления достаточно убедительно доказывается необходимость и перспективность применения новых типов крепи.

Однако чуть поспешно и идеализированно провозглашается, что анкеры могут "...сохранить приконтурный массив в том же состоянии, в котором он был в нетронутым массиве до проведения выработки" (с. 12). Считаем такую позицию самой крупной методической ошибкой авторов, недооценивающих как живые природные силы угольно-породного массива, так и их генезис. Во-первых, выемка (образование полости) при проведении выработки произведена. Следовательно, произошло перераспределение напряжений, приведшее к возникновению и развитию деформаций генетического возврата [1]. Во-вторых, названные процессы практически предотвратить невозможно, "блокировать" их в какой-то степени реально, но рассмотрим эти вопросы детальнее при анализе содержания глав 3 и 4.

В главе 2, оценивая современный уровень внедрения анкерной крепи нового технического уровня (АКНТУ), авто-

ры монографии подчеркивают, что надежность ее можно обеспечить "только системным подходом". Все основные его составляющие названы и достаточно полно охарактеризованы, нормативно закреплены и принципиальных возражений не вызывают, даже когда говорится о необходимости жесткой нормативной регламентации.

Хочется обратить особое внимание на действительный (реальный) профессионализм специалистов Центра анкерного крепления и возможную организацию чего-то типа опорных пунктов при расширении сети шахт, на которых будут внедряться АКНТУ. Изменение отношения к анкерному креплению здесь просто провозглашается, но не обосновывается. Наряду с этим в обязанности персонала шахты (инженера по анкерному креплению, главных геолога, технолога и маркшейдера, даже горнорабочих и бригадира) входит знание основ геомеханики анкерного крепления. В монографии они изложены в главах 3 и 4, поэтому в рецензии эти главы объединим и попробуем уточнить направленность дальнейшего изучения как геомеханических основ, так и конкретизации параметров, области применения анкерных крепей в различных горно-геологических и горно-технических условиях.

Не совсем удачной, несколько непривычной кажется первая же фраза на с. 59, которая относится к развитию "самопроизвольного разрушения вмещающих горных пород". В принципе, она может быть и правильна, но ранее, в том числе и в наших публикациях, самопроизвольное, самоподдерживающееся разрушение характеризовало выбросы породы и газа, угля и газа.

Несколько устаревшим и требующим, по нашему мнению, для пород осадочного массива уточнения является приведенное, правильное по современным представлениям теории горного давления толкование термина "прочность", который понимается как "способность материалов, не разрушаясь, сопротивляться силовым воздействиям". Более полувека прошло с тех пор как П. Бриджмен в лабораторных условиях впервые обнаружил разрушение образцов пород при разгрузке [1]. В дальнейшем факт этот неоднократно подтверждался, как-то объяснялся и был дополнен случаем разрушения полевого штрека при надработке его разгрузочной лавой на глубине 1200 м на шахте им. Скопинского, т. е. при отсутствии или снижении силового воздействия.

В главе 3 при объяснении перехода от монолитного к разрушенному состоянию породного массива ссылка на диаграмму "напряжение—деформация", которая приведена на рис. 1 (стадии I—IV), справедлива для испытаний образцов,

* Булат А. Ф., Виноградов В. В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт.— Днепропетровск: Вільно, 2002.

ибо именно тогда все и начинается с возрастания напряжений, закрытия трещин и т. п. В монолитном массиве это уже было задолго до проведения выработки.

Понятия $\sigma_{сж}^{упр}$, $\sigma_{сж}^{дл}$ и $\sigma_{сж}^0$ представляют собой излишнюю детализацию, так как возникновение и развитие трещин уже до $\sigma_{сж}^{упр}$ обязательно должно нарушить закон Гука — прямую пропорциональность деформаций напряжениям, а потом еще $\sigma_{сж}^{дл}$ и $\sigma_{сж}^0$. У $\sigma_{сж}^0$ даже появилась какая-то “площадка текучести”, что не присуще горным породам, у которых пределы прочности сжатию и упругости чаще всего совпадают.

Относим рис. 1, представленный как научное обоснование геомеханических основ возведения крепи выработок, к неудачным: сложным, содержащим графическое толкование процесса разрушения образца при одноосном сжатии и после одноосного разрушения, но при двух- и даже трехосном сжатии. Этот же рисунок содержит не очень физически осмысленные понятия остаточной несущей способности нарушенных пород, блокированное разрушение, частично блокированное разрушение и т. п. Создается впечатление, что складываются килограммы и метры. Вполне можно было сделать из рис. 1 два или три.

Известно, что при одноосном сжатии пород достигается предел прочности и образец разрушается. Но если испытания продолжать, то верхняя плита пресса достигнет обломков уже разрушенного при одноосном сжатии образца и будет их “додавливать”, т. е. дополнительно разрушать. Такие деформации какая-то часть специалистов может называть запредельными, но, во-первых, по физической сущности процесса это будет неверно, поскольку разрушение произошло и началось совсем другое разрушение. Во-вторых, описанный процесс не имеет ничего общего с разрушением массива на контуре выработки, где отслоившийся (обрушившийся) кусок породы просто потерял связь с напряженным массивом. Он не оказывается на нижней плите пресса, а верхняя, опускаясь, его не додавливает. Следовательно, утверждение, что устойчивость выработок при традиционном креплении и анкерном нового уровня определяется остаточной несущей способностью нарушенных горных пород, ошибочно.

Идея использования так называемого блокированного разрушения, т. е. сохранения в приконтурном массиве поля трехосного сжатия для сохранения устойчивости выработок, интересна. Она принципиально меняет установившееся представление о назначении анкерного крепления. К сожалению, не увидели, а может и не поняли, есть ли в этом практический смысл. Лучше все-таки говорить не о замене представления, а учитывая сложность и разнообразие горно-геологических и горно-технологических условий, еще об одном назначении АКНТУ.

Мнение о том, что разрушение породного образца, если он нагружается по оси Z и при этом $\sigma_x = \sigma_y \gg 0$, происходит при $\sigma_z > \sigma_{сж}$, безусловно, правильно. Но можно ли этот эффект переносить на приконтурную часть массива, разрушение которой уже началось (появились трещины), не уверены. Это принципиально разные напряженные состояния и потому процессы разрушения могут происходить тоже по-разному.

Ссылка на СНиП II—94—80 как на своеобразный методически-руководящий документ не кажется верной, практика доказала его несоответствие реальной действительности. Сошлемся лишь на пример, описанный в работе [1]. Два магистральных штрека, пройденные на глубине 1200 м на шахте им. Скочинского в выбросоопасных песчаниках (I категория устойчивости), в течение более 20 лет оставались недеформированными. Для них $\gamma H / \sigma_{сж}^0 = 3,4$ (вместо 0...0,25), а разрушение одного из штреков произошло (смещение более 500 мм — IV категория устойчивости) при надработке т. е. при отработке разгрузочной лавы (при существенном снижении напряжений). Необходим новый государственный стандарт, разработка которого, думаем, вполне по силам ИГТМ.

В монографии справедливо отмечается, что “рациональная основа для расчета всех анкерных крепей еще не найдена” и произойдет это тогда, когда исследователи придут “к более глубокому пониманию механизмов действия анкерной крепи...” (с. 76). При выполнении дальнейших исследований, направленных на совершенствование расчета анкерных крепей, надо уточнить в первую очередь механизм разрушения пород вокруг выработок, проводимых в различных геолого-промышленных районах. Он неодинаков и не соответствует идеализированному сплошному массиву, на который ориентирует монография. Так, на шахтах, разрабатывающих высокометаморфизованные антрациты, особенно запасы, оставленные в целиках 20—40 лет тому назад, разрушение проявляется в расслоении песчано-глинистых пород по плоскостям природного наслоения. При этом реально и образование отдельных природных блоков, если плоскости наслоений разделяются по-разному ориентированными тектоническими, т. е. тоже природными, трещинами. Частным примером могут быть процессы, наблюдаемые на шахте “Заря” ПО “Снежноантрацит”.

Другой крайний по степени метаморфизма случай — шахты, разрабатывающие низкометаморфизованные каменные угли ($V^{дуф} = 40...42\%$), например шахта им. Челюскинцев. Обходная выработка 10-х штреков пласта k_8 (глубина около 1000 м), пройденная в декабре 1981 г. — апреле 1982 г. (в ее подошве залегал глинистый сланец мощностью 9,5 м), до марта 2002 г. полностью лет перекреплялась трижды и подрывалась на высоту 1 м пять раз. Глубина подрывки (общая) оказалась равной мощности глинистого сланца.

Упущена еще одна существеннейшая специфика Донбасса: подготовительные пластовые выработки почти всегда проводятся смешанным забоем. В их почве и кровле оказываются породы различных категорий устойчивости, для которых параметры анкерных крепей не могут быть одинаковыми.

ДонНТУ [1, 2] экспериментально доказано возникновение и развитие при разгрузке деформаций генетического возврата (ДГВ), что пока, к сожалению, не учитывается при расчете параметров анкерных систем. Более того, ДГВ в направлении, перпендикулярном наслению, на порядок больше, чем в направлении простирания. Такая их особенность может оказать решающее влияние не только на расчет параметров, но и на формирование схем ориентировки анкеров в системах.

В главе 5 излагается и объясняется область применения разнообразных систем анкеров нового поколения. Привязываются они к нормативным категориям устойчивости выработок, которые, как уже указывалось, устарели и нуждаются в существенной корректировке — переработке. Хорошо и то, что описаны условия, в которых запрещено крепление выработок анкерами.

Однако есть весьма существенное научно-методическое замечание — пожелание. Геомеханические основы крепления выработок анкерами нового уровня излагались с позиций напряженности массива, теории упругости, включающей в том числе плоское оптическое моделирование. И вот на с. 121 прозвучало: “Параметры конструкций опорно-анкерной крепи... определяются из условия блокирования развития деформаций (подчеркнуто нами) пород приконтурной зоны выработки в докритических пределах”. Это заставляет возвратиться к сомнению о возможности с помощью анкеров, особенно если они расположены не по всей площади сечения выработок, вернуться к исходному напряженному состоянию.

Известно, что взаимное влияние круглых отверстий имеет место на расстоянии их двух диаметров. Оставляем для особого рассмотрения ситуацию, когда в нетронутый массив из выработки бурят шпур, затем в течение какого-то промежутка в каждый из них вводятся и закрепляются смолами анкера, которые в целом (шпур и анкер) оказываются более прочными, но ранее не существовавшими точечными (ограниченными по объему) включениями в массиве. Станут ли после названных операций ненужными дополнительные меры, направленные на сохранение устойчивости выработок, если исходить из представленной как достаточно надежная плотность крепи один анкер на 1 м^2 ? Оптическое моделирование (да еще плоское) убедительно на этот вопрос не отвечает.

Содержание глав 6 и 7 отражает комплексность рассмотрения проблемы опорно-анкерного крепления. Последующие главы 8—12 имеют сугубо практическую направленность.

Некоторые рекомендации, в том числе по параметрам и схемам анкерной крепи, излишне детальны. То же относится к составу Проекта (глава 9). Четки и полезны “Типичные ошибки”, “Порядок согласования Проекта”. Правильно

требование к необходимости выполнения работ аттестованным персоналом, введения Журнала горной выработки и Акта ее соответствия. Вполне уместно рассмотрение типичных ошибок при производстве работ по опорно-анкерному креплению.

К сожалению, в монографии нет изложения основ геомеханики анкерного крепления, требующегося для обучения персонала шахты. Редакция, содержащаяся в монографии, не для каждой профессии персонала доступна, ее следует упростить.

В целом наше общее мнение о монографии вполне положительное. Она комплексно характеризует первый этап несколько, может быть, запоздалой замены арочной подпорной крепи на проведение выработок с плоской кровлей и возведением анкерных систем. Необходимость совершенствования отдельных принятых организационно-правовых решений будет выясняться и оперативно внедряться по мере расширения области использования новых технологий. Гораздо серьезнее и сложнее представляется уточнение или совершенствование ряда названных в отклике научно-методических вопросов, относящихся главным образом к геомеханическим основам крепления выработок анкерами высокой несущей способности.

Учитывая значительную научную и практическую значимость, а также необходимость расширения области внедрения новых технологий, считаем целесообразным организовать Институту геотехнической механики по этой проблеме научно-практическую конференцию (симпозиум), финансирование проведения которой должно осуществить Минтопэнерго Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николин В. И., Мордасов В. И., Подкопаев С. В. Закономерности развития деформаций генетического возврата — научная основа снижения травматизма. — Донецк: ДонГТУ, 2001.
2. Николин В. И., Подкопаев С. В., Колесников В. Г. О новой теории горного давления в угольных шахтах // Безопасность труда в промышленности. — 2002. — № 11.

Подписка — 2004 “Уголь Украины” —
 ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
 И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Журнал освещает:

- ❖ наиболее важные решения по реформированию и реструктуризации угольной промышленности Украины, по выполнению программы “Українське вугілля”
- ❖ создание, испытания и модернизацию горно-шахтного оборудования
- ❖ совершенствование технологии и организации подземных работ
- ❖ новое в области обогащения угля и повышения его качества
- ❖ вопросы безопасности шахтерского труда
- ❖ проблемы экологии в угледобывающих регионах

Журнал распространяется только по подписке, его можно выписать в любом отделении связи.
 Индекс журнала в Каталоге изданий Украины — 74492.