

УДК: 622.281.74

А. В. Ремезов, А. И. Жаров

## ОДИН АНКЕР РЕШАЕТ НЕСКОЛЬКО ЗАДАЧ

При высоких темпах подвигания очистных забоев остро стоит проблема своевременного воспроизводства запасов. Для повышения скорости проведения выработок необходимо повысить производительность работы подготовительных забоев.

Одним из методов повышения производительности является применение более совершенной технологии возведения анкерной крепи.

Существенно повысить темпы проведения подготовительных выработок можно путем использования инъекционных анкеров с быстрым нарастанием сопротивления, закрепляемые методом *One/Two-Step*. Сущность метода заключается в объединении процесса бурения, введения анкера и нагнетания смолы, то есть весь процесс установки анкера, в одну операцию.

Для бурения анкер закрепляют гайкой в инъекционной буровой коронке.

Во время бурения промывочная вода течет по инъекционному каналу, предназначенному для подачи компонента A смолы Geothix, и таким образом, одновременно охлаждает буровую коронку. По окончании бурения компоненты A и B смолы Geothix по отдельным инъекционным каналам через анкерную гайку и встроенный смеситель поступают в скважину. Правильное соотношение компонентов в смеси 1:2 обеспечено.

Процесс нагнетания заканчивается по истечении постоянного временного интервала или когда

закрепляющая смола начинает вытекать из устья скважины. Анкер полностью закреплен. В зависимости от объема трещин можно легко регулировать время нагнетания.

Нагнетание смолы происходит не только в скважину, но и в систему трещин в массиве. За счет этого происходит более качественное упрочнение массива. Таким образом, несущая способность инъекционного анкера значительно увеличивается по сравнению с анкером A-20B. Из этого следует, что при расчете параметров анкерной крепи можно сократить число анкеров устанавливаемых за один цикл, что значительно сократит продолжительность цикла и весьма ощутимо повысит производительность. Это является основным преимуществом использования инъекционных анкеров.

При способе *One-Step* бурение скважины, введение анкера и нагнетание смолы объединяется в одну операцию.

Такой способ установки анкеров позволит существенно сократить время цикла, а так же способ незаменим при анкеровании сильно нарушенных зон приkontурного массива с ослабленными стенками скважин.

При способе *Two-Step* бурение скважины производится стандартным буровым инструментом, после чего в скважину устанавливается инъекционный анкер. Способ может быть ручным и автоматизированным. При ручном способе смена бу-

### Анкерная гайка в инъекционной буровой коронке

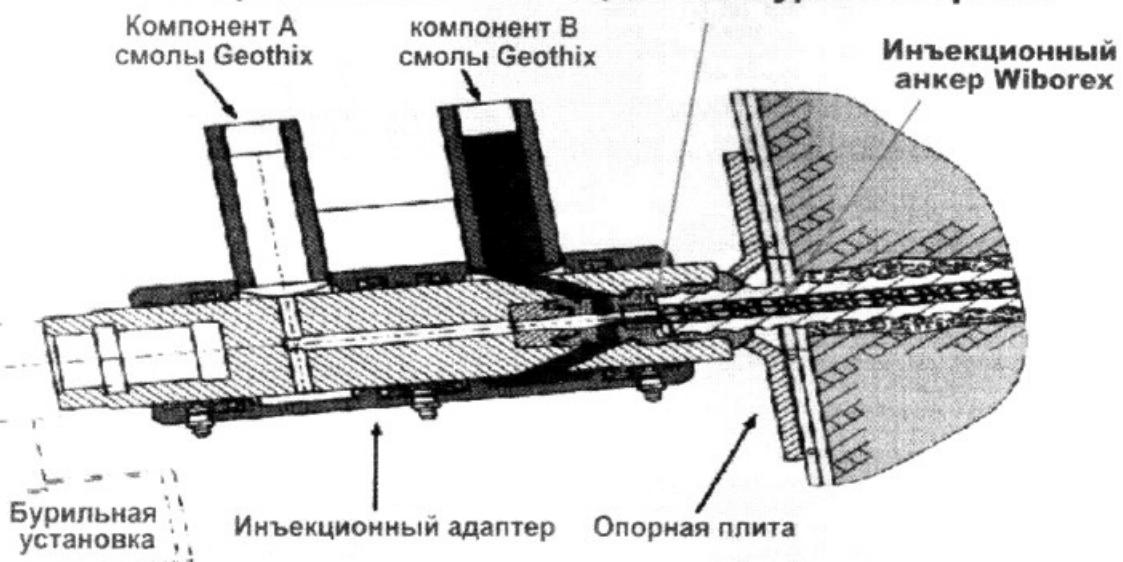


Рис. 1. Вид в разрезе бурового инъекционного адаптера, способ *One-Step*

ровой штанги на инъекционный анкер производится вручную, а при автоматизированном способе подача инъекционного анкера производится специальным автоподатчиком.

Сравнение затрат времени на установку анкеров показывает, что способы *One - Two Step* наряду с высоким качеством обеспечивают значительную экономию времени по сравнению со способом установки анкеров с использованием патронированного закрепляющего состава. На установке оного анкера можно сэкономить 100 секунд.

Как уже говорилось, инъекционный анкер по несущей способности во много раз превосходит анкер *A-22B*.

Это позволяет закреплять кровлю и борта выработки меньшим количеством анкеров. Даже если допустить, что за один цикл устанавливается столько же инъекционных анкеров, как и обычных, то и в этом случае мы получим существенную экономию времени и заметное увеличение производительности.

Наиболее целесообразно будет использовать инъекционные анкеры в забоях, в которых работают комбайны, не оснащенные анкероустановщиками для крепления кровли и бортов, например *KP-21*. Так как установка каждого анкера производится анкероустановщиком типа «*Ramboor*» или «*Wombat*» поочередно, один за другим, то время на установку крепи значительно увеличивается. Допустим, что закрепление кровли выработки производится инъекционными анкерами *Wiborgex*, крепление бортов производится полимерными анкерами *Powerhead*.

За один цикл устанавливаются 6 анкеров в кровлю и еще 4 в борта. Экономия времени составит 1000 секунд на цикл.

$$T_y = 100 \cdot n_a,$$

где  $T_y$  - экономия времени за цикл;

$n_a$  - число анкеров,  $n_a = 10$ ;

$$T_y = 100 \times 10 = 1000 \text{ с}$$

При плане 4 цикла за смену освободиться 4000 секунд свободного времени, что составляет 67 минут.

$$T_{cm} = 1000 \cdot 4 = 4000 \text{ с} = 67 \text{ мин.}$$

При работе в четыре смены (три рабочие и первая ремонтная) в сутки по плану должно быть выполнено 14 циклов выемки горной массы и крепления кровли (4 в рабочую смену и 2 в ремонтную). Таким образом, экономия составит 233 минуты или 3,9 часа в сутки.

$$T_{cym} = 3 T_{cm} + 2 T_y,$$

где  $T_{cym}$  - экономия времени за сутки;  $T_{cm}$  - экономия времени за смену;  $T_y$  - экономия времени в первую смену,

$$T_1 = 2 T_y = 1000 \times 2 = 2000 \text{ с.}$$

$$T_{cym} = 3 \cdot 4000 + 2 \cdot 1000 = 14000 \text{ с} = 233 \text{ мин.}$$

За месяц экономиться 116 часов рабочего времени, что составляет 4,86 суток, то есть почти пять суток.

Как мы видим из представленных данных, в смену освобождается 67 минут. Продолжительность цикла выемки горной массы и крепления кровли с использованием стандартных анкеров *A-22* диаметром 22 мм, длиной 2,4 м, и ампул с полизифирной смолой *ДАК-1-М* составляет 80 минут.

При использовании технологии *One/Two Step* продолжительность цикла составит 65 минут за счет сокращения времени установки анкеров (время установки каждого из десяти анкеров сокращается на 100 секунд, что в сумме составляет 1000 секунд или 16 минут на цикл). За смену экономия времени составит:

$$T_{cm} = 16 \cdot 4 = 64 \text{ мин.}$$

где  $T_{cm}$  - экономия времени за смену.

Таким образом, высвобождается время для нового цикла. То есть в смену можно сделать не четыре цикла, а пять. А за сутки не 14 циклов (по четыре цикла в три рабочие смены и два в ремонтную), а - 17. Это будет означать повышение производительности на 25% в рабочую смену и на 21% в сутки и в месяц.

Возьмем в качестве примера комбайн «Джой» 12 СМ-15, оснащенный шестью анкероустановщиками: четыре для установки анкеров в кровлю и еще два для крепления бортов. Так, за один цикл устанавливается 6 анкеров в кровлю и 4 в борта. Причем только 2 анкероустановщика работают одновременно.

Сначала устанавливается 2 анкера одновременно, потом еще 2, и, наконец, два анкера одновременно. Аналогично в борта устанавливаются два анкера синхронно, затем еще два одновременно.

Экономия времени на установку одного анкера составляет 100 секунд, но так как операции по установке анкеров совмещаются во времени, то время установки сократиться не на 1000 с, а только на 500 с.

Таким образом, при запланированных 5 циклах в смену экономия времени составит примерно 2500 с или 41 мин.

$$T_{cm} = 400 \times 5 = 2000 \text{ с} = 41 \text{ мин.}, \text{ - экономия времени за смену.}$$

При использовании технологии *One/Two Step* время цикла сокращается на 8 минут, таким образом, вместо 72 минут на цикл тратиться только 64. При экономии 41 мин за смену за две смены экономится 82 минут, это время можно использовать на производство нового цикла. В первую ремонтную смену выполняется три цикла, и экономия времени составит:  $T_1 = 3 \times 7 \text{ мин} = 21 \text{ мин.}$

$$T_{cym} = 3 \cdot T_{cm} + T_1$$

где  $T_{\text{сум}}$  - экономия времени за сутки;  $T_{\text{см}}$  - экономия времени за смену;  $T_1$  - экономия времени за первую смену;  $T_{\text{сум}} = 3 \times 41 + 21 = 141$  минута.

Итак, при использовании инъекционных анкеров в сутки экономится 141 минута. За это время можно выполнить два цикла. При таких показателях можно выполнить не 18, а 20 циклов. В итоге производительность возрастет на 11%.

Рассмотрим вариант, когда инъекционные анкеры устанавливаются только в кровлю, а стандартные полимерные - в борта выработки.

Так как устанавливается только шесть инъекционных анкеров в кровлю, то экономия времени составит 600 секунд  $\approx 10$  мин за цикл. При запланированных четырех циклах в смену экономия времени будет 2400 секунд или 40 минут. При использовании стандартных анкеров цикл длиться 90 минут, а при использовании инъекционных анкеров - 80 мин.

Таким образом, за две смены экономится 80 минут или время на выполнение одного цикла. За сутки экономится 140 минут. В сутки можно выполнить на два цикла больше, то есть не 14, а 16 циклов по выемке горной массы и креплению кровли. Соответственно, производительность возрастет на 14 %.

Рассмотрим вариант, когда кровли выработок, проводимых комбайнами с анкероустановщиками, закрепляются инъекционные анкеры, а борта крепятся полимерными анкерами.

При использовании новой технологии экономия времени при установке анкера - 100 секунд. Экономия времени составит 300 секунд за цикл. Это объясняется тем, что только два анкероустановщика работают одновременно. В кровлю устанавливается шесть анкеров, то есть три пары анкеров устанавливаются попарно. При плане 5 циклов на смену будет экономиться 1500 с или 25 минут в смену. Продолжительность цикла при использовании стандартных анкеров - 72 мин, а при использовании инъекционных анкеров - 67 минут.

При 4 сменах экономия времени за сутки составит:

$$T_{\text{сум}} = 25 \times 4 = 100 \text{ мин},$$

где  $T_{\text{сум}}$  - экономия времени за сутки.

Итак, в сутки экономится 100 минут, на выполнения двух циклов требуется 134 минуты. Если добавить время на выполнение циклов в первую смену, то за сутки можно выполнить два цикла больше (не 18, а 20 циклов). Это будет означать повышение производительности на 11 %.

Затраты времени на установку анкеров методом *One/Two-Step* в значительной степени зависит от времени бурения. При этом для реализации способа *Two-Step* необходимо использование недорогой, эффективной теряемой буровой коронки

и существующей высокопроизводительной буровой техники.

В настоящее время компания «Минова» производит материалы и оборудование для крепления выработок инъекционными анкерами. Это как смолы на различной основе, так и инъекционные анкера.

*Анкерная бурильно-нагнетательная система «Wiborex»* включает буровую коронку, металлический полый анкерный стержень «Wiborex», адаптер для подсоединения к бурильному оборудованию, герметизатор шпера, адаптер для подсоединения к нагнетательному оборудованию, металлическую опорную шайбу, специальную сферическую гайку. Может применяться для крепления выработок.

Стоимость стандартного анкера *A-20B* составляет порядка 250 рублей, ампула смолы *ДАК-1-М* стоит примерно 170 рублей. Инъекционный анкер *Wiborex 30/11 L* стоит 3200 рублей, стоимость инъекционного анкера *Irrta* составляет 2900 рублей. Стоимость смолы *Geotix* - 200 рублей за 1 килограмм. Расход на 1 метр скважины составляет 800 грамм. При использовании трехметрового анкера *Wiborex 30/11* будет расходоваться 2,4 кг смолы на скважину. Таким образом, стоимость смолы для закрепления анкера составит 480 рублей.

Таблица 1. Сравнение затрат на материалы

Цена	<i>Wiborex</i>	<i>A-20B</i>
Анкер	3200	250
Смола	480	170
ИТОГО	3680	420

Для поддержания пространства кровли между анкерами вместо металлической можно использовать стекловолоконную сетку *FaiReP*.

Стекловолоконная сетка *FaiReP* изготовлена из стекловолокна и имеет гораздо меньший вес по сравнению с металлической (сетка с габаритными размерами 2000×800 мм весит 1,8 кг). Сетка *FaiReP* имеет высокую несущую способность в каждой точке, сравнимую с несущей способностью сварной стальной сетки.

Преимущество сетки *FaiReP* заключается в том, что за счет малого веса упрощается доставка и уменьшается трудоемкость процесса установки крепи. Цена сетки *FaiReP* сопоставима с ценой на стальную решетчатую затяжку, используемой в настоящее время, и находится на уровне 250 рублей.

Способ *One/Two-Step* требует использования высокопроизводительного и, прежде всего, надежного насосного оборудования для подачи запрессовывающей смолы. Для транспортирования смеси *Geotix MV 1:2* имеются мобильные насосы с пневмоприводом, а так же стационарные насосы с электроприводом. Стационарные насосы могут запитываться из крупных емкостей. Компоненты *A* и *B* смолы *Geotix* могут транспортироваться в

емкостях до забоя. В забое должен устанавливаться насос для нагнетания смолы в анкер.

Итак, инъекционный анкер гораздо дороже, чем стандартный. На первый взгляд может показаться, что использование такой технологии экономически не целесообразно. Однако инъекционный анкер имеет много весьма существенных преимуществ по сравнению со стандартным анкером, а именно:

¾ Несущая способность инъекционного анкера значительно превосходит несущую способность анкера A-20B;

¾ Из-за более высокой несущей способности можно сократить число анкеров устанавливаемых в кровлю и борта выработки;

¾ На установку инъекционного анкера затрачивается меньше времени;

¾ Сокращается продолжительность выполнения одного цикла;

¾ Уменьшается трудоемкость;

¾ Повышается производительность.

*Сокращение числа анкеров, устанавливаемых в кровлю, и сокращение времени установки анкеров значительно повысит производительность. Это позволит сократить количество проходческих забоев, работающих одновременно.*

*Кроме того, снижается трудоемкость работ, что позволит оптимизировать численность рабочих в оставшихся проходческих бригадах.*

*Такой подход позволит значительно повысить производительность подготовительных работ.*

*При сокращении числа подготовительных за-*

*боев, работающих одновременно, и при уменьшении численности рабочих на подготовительных участках, расходы на воспроизведение запасов значительно снижаются.*

*Сокращение расходов на закупку техники, на заработную плату рабочим, на амортизацию, на электроэнергию и других отчислений покроет затраты на приобретение дорогих инъекционных анкеров.*

*Новая технология снизит себестоимость добывчи одной тонны угля за счет сокращения расходов на проведение выработок.*

Оба способа были протестированы в первых полевых испытаниях на пласте «Маттиас» горизонта 157 шахты «Вест» и успешно себя зарекомендовали.

В настоящее время инъекционные анкеры применяются только для упрочнения массива и для безфундаментного закрепления оборудования. В угольной промышленности Германии технология One-Two Step быстро развивается. Компания «Минова КарбоТех ГмбХ» разработала инъекционные анкеры и быстро затвердевающую смолу. Технологии One/Two Step прошли полевые испытания и успешно себя зарекомендовали.

В настоящее время технология возведения анкерной крепи One/Two Step требует более детальной экспериментальной проверки в условиях угольных шахт Кузбасса.

Своевременное воспроизведение запасов является важной задачей, решаемой техническим руководством предприятия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайгард Й. Инъекционные анкеры с быстрым нарастанием сопротивления, закрепляемые методом One/Two-Step / Глюкауф, 2008, август № 2(3)
2. Рихтер Арчбалд. Повышение производительности процесса крепления анкерами за счет использования инъекционных анкеров с быстрым нарастанием сопротивления / А. Рихтер, Эрнст А. Айгемани // Глюкауф, 2009, май № 1(2)
3. Айхофф Юрген. Техника и технология анкерного крепления в системе штрековой крепи / Глюкауф, 2008, август №2(3)
4. Синельников В. В. Новые возможности анкерной крепи / В. В. Синельников, В. М. Маланиченко // Глюкауф, 2011, май № 1(2)
5. Байдмик Юрген. Буровзрывная проходка пластовых штреков с анкерной крепью. Выявление потенциала повышения производительности / Юрген Байдмик, Макс Томас Штеттнер // Глюкауф, 2008, август № 2(3)

□Авторы статьи:

Ремезов  
Анатолий Владимирович,  
докт.техн.наук, проф.  
каф. разработки месторождений  
полезных ископаемых подземным  
способом КузГТУ  
Email: [rav\\_rmp@kuzstu.ru](mailto:rav_rmp@kuzstu.ru)

Жаров  
Александр Иванович,  
докт. техн. наук, проф.  
Беловского филиала  
КузГТУ  
Email: [belovokyzgty@mail.ru](mailto:belovokyzgty@mail.ru)