

УДК 622.232.75

Н.В. Титов, Ю.В. Турук, С.Д. Васильев

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОСТОЯНИЕ КРОВЛИ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

Приведена диаграмма влияния производственных процессов на интенсивность опускания кровли. Произведен анализ и сформулированы рекомендации по применению щитовых механизированных крепей с выдвижными консолями перекрытий для выемки тонких угольных пластов при различных степенях совмещения производственных процессов.

Ключевые слова: комбайн, секция, механизированная крепь, лавный конвейер, консоль перекрытия, опускание кровли, замерная станция.

Найболее распространенная комбайновая технология выемки угля в очистном забое предполагает следующую последовательность выполнения основных производственных процессов. В исходном положении секции механизированной крепи придинуты к забою, лавный конвейер выдвинут на ширину захвата комбайна. В этом случае секции крепи после снятия очередной полосы угля могут сразу же вслед за комбайном передвигаться на новую полосу призабойного пространства (так называемая «заряженная» схема расположения секций механизированной крепи). Вдоль линии очистного забоя кровля в бесстоечном пространстве лавы поддерживается консолями перекрытий крепи.

Согласно проведенным наблюдениям, минимальное расстояние от выемочного органа комбайна до передвинутой секции крепи на тонких пластиах составляет не менее 5 м. При ширине захвата комбайна 0,8 м и расстоянии от линии забоя до переднего конца перекрытия крепи 0,3 м (параметр серийных механизированных крепей) площадь обнажения кровли в зоне работы комбайна составит: $S_{\text{обн}} = (0,3 + 0,8) \cdot 5 = 5,5 \text{ м}^2$, что согласно исследований [1], в ус-

ловиях пластов с неустойчивыми кровлями (42 % шахтопластов Восточного Донбасса имеют неустойчивые нижние слои мощностью от 0,2 до 0,4 м) неминуемо приведет к вывалам породы в зоне работы комбайна; по этой причине коэффициент нагрузки на очистной забой уменьшается приблизительно с 1 до 0,6, т.е. производительность очистного забоя снизится на 40 %.

Степень совмещения основных производственных процессов характеризуется расстоянием от исполнительного органа комбайна до места передвижки крепи. Различают три вида влияния основных производственных процессов на скорость и величину опускания кровли в зоне работы комбайна: раздельное влияние, частичное совмещение и полное совмещение (рис. 1) [1].

При раздельном влиянии процессов выемки угля и передвижки секций крепи (рис. 1, а) интенсивность опускания кровли начинает возрастать на определенном расстоянии впереди комбайна, равном $AB' = l'_B$. С уменьшением расстояния от l'_B до нуля скорость опускания кровли увеличивается от BB'' до максимального значения CC' .

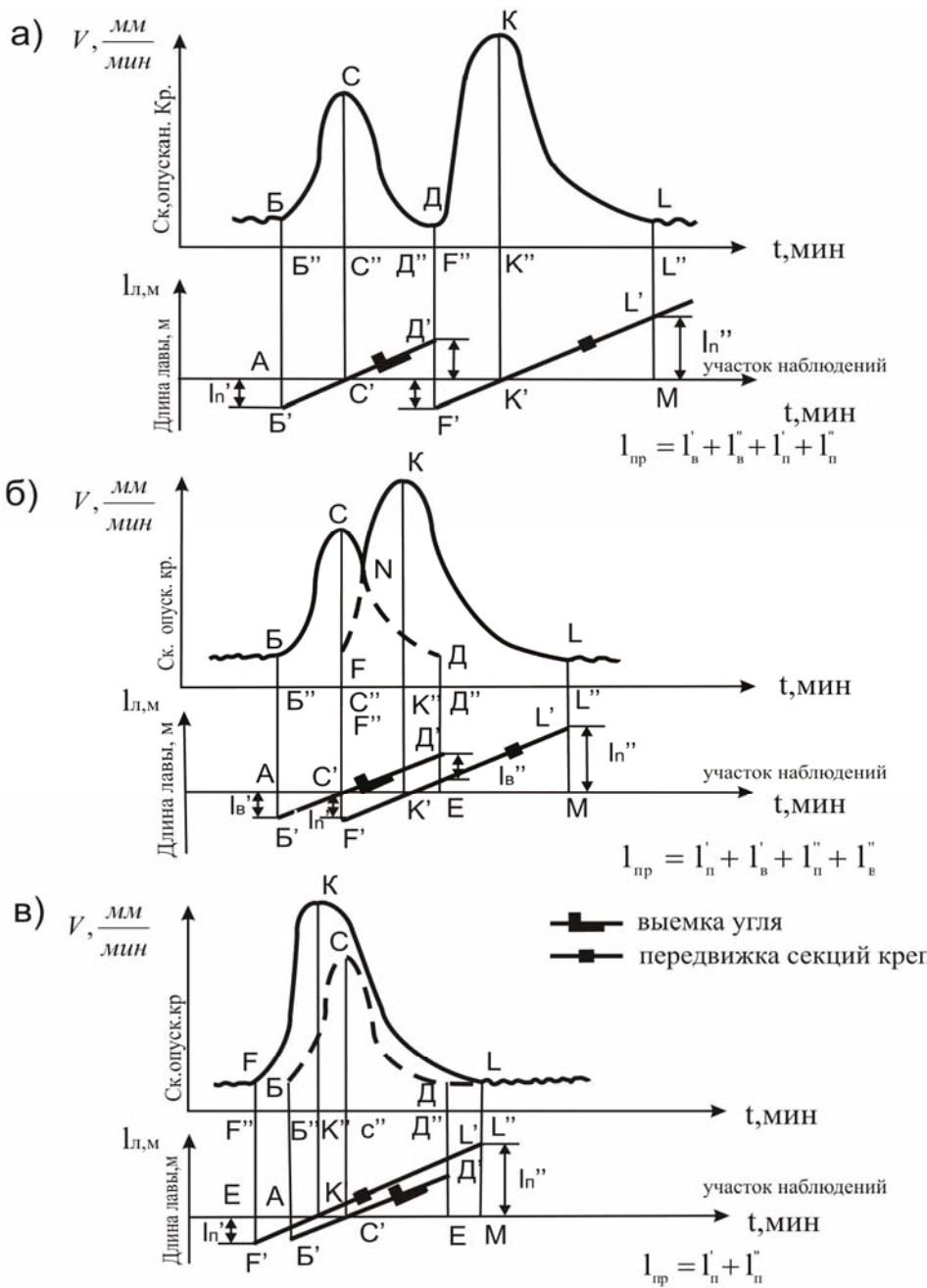


Рис. 1. Диаграммы влияния производственных процессов на интенсивность опускания кровли: а – выемка угля при раздельном выполнении производственных процессов; б – выемка угля при частичном совмещении производственных процессов; в – выемка угля при полном совмещении производственных процессов

Наибольшие значения опускания кровли на замерной станции участка наблюдений наблюдаются в момент прохождения ее комбайном. По мере удаления места выемки угля комбайном от участка наблюдений скорость опускания кровли уменьшается до величины DD' , которая соответствует значению, при котором влияние процесса выемки угля на интенсивность опускания кровли перестает сказываться.

Интенсивное опускание кровли перед участком выемки угля связано с тем, что в рассматриваемой зоне впереди крепи из-под кровли удаляется опора со значительным сопротивлением. Опора как бы удаляется от стоек крепи на ширину захвата комбайна. Если представить, что предел прочности угля составляет $1 \text{ кН}/\text{см}^2$, то при выемке 1 м^2 угольного пласта удаляется опора с сопротивлением 10 МН . В этом случае механизированная крепь не может оказать существенного влияния на опускание кровли, вызванного процессом выемки угля. Крепь в этот период работает в режиме заданной деформации, при которой величина опускания кровли не зависит от сопротивления крепи, а определяется горно-геологическими условиями и шириной захвата комбайна.

Общая зона влияния процесса выемки угля складывается из зоны влияния его впереди комбайна (I_B') и зоны влияния позади комбайна (I_B''), т.е.

$$I_B = I_B' + I_B''. \quad (1)$$

Величина опускания кровли в зоне влияния выемки впереди комбайна $\Delta I_B'$ будет определяться средней скоростью на участке BC (рис. 1, а) и временем влияния, а в зоне влияния выемки сзади комбайна $\Delta I_B''$ – средней скоростью опускания на участке CD и временем влияния в этой зоне.

Суммарная величина опускания кровли от влияния выемки угля определяется по соотношению

$$\Delta I_B = \Delta I_B' + \Delta I_B''. \quad (2)$$

При полном разделении во времени и пространстве влияния производственных процессов на опускание кровли (рис. 1, а), влияние процесса передвижки секций крепи начинает сказываться после того, как закончилось влияние выемки. Этому моменту на графике изменения скорости опускания кровли соответствует точка D . Повышение интенсивности опускания кровли в этот период вызвано тем, что перед передвижкой секций крепи они поочередно разгружаются. Их сопротивление, а следовательно, тормозящее действие на кровлю снижается до нуля или до уровня остаточного подпора. После передвижки секций сопротивление стоек крепи повышают до уровня начального распора, который в ряде случаев составляет 50–60 % от номинального сопротивления. По этой причине среднее сопротивление крепи в зоне сзади места разгрузки и передвижки секций крепи ниже, чем в той части, где крепь уже вышла на номинальное сопротивление. В этом случае нарушается относительное равновесие сил воздействия кровли на крепь и ее реакций. Кровля в этой зоне начинает интенсивно опускаться. Это влияние сказывается и на опускании кровли впереди места передвижки крепи. Чем выше начальный распор крепи и ее номинальное сопротивление, тем быстрее наступает момент относительного равновесия сил воздействия кровли на крепь и реакции крепи. При влиянии передвижки секций полная зона влияния этого процесса равна:

$$I_p = I_p' + I_p'', \quad (3)$$

где I_n' – зона влияния передвижки крепи впереди места передвижки секций; I_n'' – зона влияния передвижки крепи позади места передвижки секций.

Величина опускания кровли определяется средними скоростями опусканий кровли на участках DK и KL , а также временем влияния процессов в этих зонах (рис. 1, а). Полное опускание кровли от влияния процесса передвижки крепи равно:

$$\Delta I_n = \Delta I_n' + \Delta I_n''. \quad (4)$$

Соответственно суммарная зона влияния производственных процессов при полном их разделении составит:

$$I_{np} = I_b' + I_b'' + I_n' + I_n'' = I_b + I_n, \quad (5)$$

а опускание кровли будет равно:

$$\Delta I_{np} = \Delta I_b' + \Delta I_b'' + \Delta I_n' + \Delta I_n'' = \Delta I_b + \Delta I_n. \quad (6)$$

Суммарное опускание равно сумме опусканий от влияния процесса выемки угля (ΔI_b) и от влияния процесса передвижки секций крепи (ΔI_n).

При уменьшении расстояния между местом выемки угля и участком передвижки секций крепи зоны влияния от рассматриваемых процессов накладываются друг на друга (рис. 1, б – вариант частичного совмещения процессов). На участке CD' (влияние от выемки угля) и FE (влияние от передвижки секций крепи) происходит совместное влияние основных производственных процессов. На графиках изменения скоростей опускания кровли на участке FN преобладает влияние процесса выемки, а на участке ND – передвижки крепи.

Анализ результатов наблюдений показывает, что в каждый рассматриваемый момент интенсивность опускания кровли определяется тем из процессов, влияние которого в данный момент преобладает. Например, на участке BCN преобладает влияние процесса выемки угля, и интенсивность опускания кровли на этом участке

определяется именно этим процессом. На участке NKL скорость опускания кровли определяется процессом передвижки крепи, при этом в зоне совместного влияния не происходит увеличения скорости опускания кровли. Опускание кровли в зонах влияния процессов равно

$$\Delta I_{np} = \Delta I_b' + \Delta I_{cob} + \Delta I_n'',$$

где ΔI_{cob} – опускание кровли в зоне совместного влияния процессов (участок CNK).

Величина $\Delta I_{cob} < \Delta I_b'' + \Delta I_n'$, поэтому суммарное опускание кровли в зоне влияния процессов при частичном их совмещении меньше, чем при раздельном влиянии.

Вариант полного совмещения производственных процессов (рис. 1, в) характеризуется следующими особенностями:

а) скорости опускания кровли от влияния выемки угля во всем своем диапазоне (график BCD) меньше соответствующих скоростей опускания от влияния передвижки секций крепи (график FKL). Следовательно, величина опускания кровли от влияния процессов определяется интенсивностью смещения кровли от влияния процесса передвижки секций крепи;

б) полное совмещение процессов наблюдается в том случае, когда передвижка крепи осуществляется впереди комбайна (см. т. K на графике 1, в)

в) величина опускания кровли за время влияния производственных процессов

$$\Delta I_{np} = \Delta I_n' + \Delta I_n'' = \Delta I_n, \quad (7)$$

меньше, чем при раздельном или при частичном совмещении процессов.

Уменьшение опускания кровли положительно сказывается на состоянии нижних неустойчивых слоев.

С целью разработки способа полного совмещения производственных процессов был проведен детальный анализ

существующих схем передвижки межкрепей. Оказалось, что для этой цели могут быть использованы крепи с выдвижными консолями перекрытий.

При применении межкрепей с выдвижными консолями перекрытий и полном совмещении процессов выемки угля и передвижки секций крепи выемочный цикл будет осуществляться следующим образом. В исходном положении секции механизированной крепи оттянуты от конвейера на величину захвата комбайна; обнаженная полоса кровли поддерживается выдвижными консолями перекрытий крепи.

Очередной выемочный цикл начинается с передвижки 2–3-х секций крепи, расположенных впереди комбайна по ходу его движения. Секции передвигаются с остаточным подпором, выдвижные консоли при этом втягиваются в перекрытия. После подтягивания секции крепи к конвейеру на величину захвата комбайна передний конец перекрытия располагается на расстоянии не более 0,2 м от линии очистного забоя. Вслед за передвижкой 2–3-х секций крепи начинается выемка очередной полосы угля. При этом скорость передвижки секций крепи вдоль лавы соответствует скорости движения комбайна при выемке угля. Вслед за движением выемочного органа комбайна над ним производится выдвижка консолей верхняков, которые перемещаются к

забою и плотно прижимаются к кровле с помощью встроенных в перекрытия крепи гидропатронов. В этом случае длина незакрепленной полосы кровли в зоне работы комбайна $l_{обн}$ уменьшается с 5 до 2 м, а площадь обнажения ее при той же ширине захвата снизится с 5,5 до 2 м^2 . При такой величине площади обнажения кровли в большинстве случаев отработки пластов с неустойчивыми нижними слоями обнажающаяся при выемке угля кровля будет своевременно подхватываться крепью. Вывалы пород из кровли образовываться не будут. Это позволит повысить нагрузку на очистной забой, что является основным преимуществом предлагаемого способа выемки угля на тонких пластах с неустойчивыми нижними слоями.

Однако в предполагаемом способе выемки угля ширина призабойного пространства увеличивается на ширину захвата комбайна. При том же сопротивлении гидростоек механизированной крепи номинальное сопротивление ее соответственно уменьшится. Это приведет к увеличению опускания кровли в пределах призабойного пространства и ухудшению ее состояния. Чтобы этого не произошло, необходимо соответствующим образом увеличить номинальное сопротивление стоек крепи; расчеты показывают что оно должно быть не менее $670 \text{ кН}/\text{м}^2$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титов Н.В., Привалов А.А., Турук Ю.В. Пути повышения эффективности разработки тонких и средней мощности антрацитовых пластов: монография / ШИИ ЮРГТУ. – Ростов-на-Дону: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2006. – 196 с. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Титов Н.В. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,
Турук Ю.В. – кандидат технических наук, доцент,
Васильев С.Д. – горный инженер, соискатель,
кафедра Разработка пластовых месторождений, Шахтинский институт ГОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)», siurgtu@siurgtu.ru