

УДК 622.232.71

**ПОВЫШЕНИЕ СУТОЧНОЙ НАГРУЗКИ НА ЛАВУ НА КРУТЫХ И КРУТОНАКЛОННЫХ ПЛАСТАХ**

Бойко Н.Г., докт. техн. наук, проф., Коломиец В.С., канд. техн. наук, доц., Донецкий национальный технический университет, Гончаров А.Д., канд. техн. наук, ген. директор ГП «Артемуголь»

*В работе рассмотрены вопросы обеспечения возможности значительного повышения суточной нагрузки на лаву при современном уровне развития механизации добычи угля на крутых и крутонаклонных пластах.*

*The authors have studied the possibilities of increasing the daily load upon the longwalls taking into account the modern rate of mechanization of mining techniques in steep and steeply sloped coal seams.*

***Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.***

Крутые и крутонаклонные пласты территориально располагаются в Центральном Донбассе, относятся к маломощным (тонким) пластам, в большинстве из которых сосредоточены угли коксующих марок. Эти пласты – высокой газоносности и подвержены внезапным выбросам угля и газа.

Добыча угля из этих пластов производится в большинстве случаев с помощью отбойных молотков. Для механизации добычи угля из этих пластов разработаны ОАО «Донгипроуглемаш», изготавливаются ОАО «Горловский машиностроительный завод» и применяются как очистные комбайны (комбайны типа «Поиск-2Р», «Темп-1»), так и агрегаты (агрегаты типа АНЦ, АМЦ). Относительный объем угля, добытого механизированным (комбайнами и агрегатами) способом незначительный и составляет порядка 24% от общей добычи угля госпредприятиями «Артемуголь», «Дзержинскуголь» и «Ордженикидзеуголь» из этих пластов. Это обусловлено рядом причин, среди которых в первую очередь следует назвать: сложность горно-геологических условий залегания, высокая газоносность и подверженность пластов внезапным выбросам угля и газа и др. причинами.

***Анализ исследований и публикаций.*** Наряду с механическим способом разрушения угля (отбойными молотками, очистными комбайнами, агрегатами), разрушение угля можно производить с помо-

щью гидроимпульсной установки типа ГИУВм-1, разработанной в Донецком национальном техническом университете [ 1 ], которая успешно прошла промышленные испытания в реальных условиях шахты (шахта им. А.И.Гаевого ГП «Артемуголь»). Применение этого способа разрушения угля целесообразно применять на пластах при слабой «спайке» угля с породами кровли (висячего бока) пласта. Отбитый уголь самотеком транспортируется по лаве.

**Постановка задачи.** Рассмотрим более подробно устройство и принцип ее работы и оценим суточную нагрузку лавы при применении гидроимпульсной установки.

**Изложение основного материала.** Разрушающим угольный пласт элементом гидроимпульсной установки является импульсный генератор, который генерирует гидроимпульсы мощностью 500-700 кВт с давлением импульса 28-32 МПа и частотой пульсаций 3-5 Гц [ 1 ]. Мгновенный расход воды через насадок диаметром 10-12 мм составляет 0,025 м<sup>3</sup>/с. Глубина воронки, образующейся в пласте за один проход, составляет 0,15 м, за цикл – 0,9 м. Общий расход воды 0,0015 м<sup>3</sup> /с. Питается генератор от насосной установки с номинальной подачей 0,00167 м<sup>3</sup> /с и давлением 37 МПа.

Устанавливается импульсный генератор на специальной раме, которая перемещается с помощью лебедки вдоль по лаве, производя врубовую щель у лежащего бока (у почвы) пласта. Скорость перемещения установки может регулироваться в пределах от 0 до 10 м/мин. Уголь, имея слабую спайку с породами висячего бока (кровли) пласта, самообрушается, и под действием гравитационных сил перемещается вниз по лаве, накапливаясь в бункере, и далее выгружается либо в вагонетки, либо на конвейер.

Производительность такой установки оценивается по зависимости [ 1 ]

$$Q_m = 60\nu k_u \rho H h_0 t_0 / N_{общ}, \quad (1)$$

где  $\nu$  – частота импульсов,  $k_u$  – коэффициент извлечения угля,  $\rho$  – плотность угля,  $H$ ,  $h_0$ ,  $t_0$  – мощность пласта, глубина и шаг отбойки соответственно,  $N_{общ}$  – общее число проходов (импульсной струи).

Выразив производительность установки через скорость ее перемещения, получим

$$Q_m = k_u \rho H h_0 V_y / N_{общ}, \quad (2)$$

где  $V_y$  – скорость перемещения установки.

Приравняв выражения ( 1 ) и ( 2 ) и решив относительно скорости перемещения, получим

$$V_y = 60 \nu t_0. \quad (3)$$

Приняв во внимание, что  $t_0 = (5 \div 6) d_n$ , где  $d_n$  – диаметр насадка, получим

$$V_y = (300 \div 360) \nu d_n. \quad (4)$$

Откуда следует, что скорость перемещения установки обуславливается частотой импульсов генератора и диаметром насадка – с увеличением этих параметров установка скорость ее перемещения увеличивается линейно.

Для принятых в установке параметров ( $\nu = 3-5$  Гц,  $d_n = 10-12$  мм) возможные величины скорости ее перемещения составляют 9-21 м/мин. Для образования щели глубиной 0,9 м необходимо, как минимум, 3 прохода. Тогда расчетная (приведенная) скорость перемещения установки будет 3-7 м/мин.

Суточная нагрузка лавы, оборудованной такой установкой, определится из выражения

$$Q_c = 60 \rho k_m n_{p.c} T_{cm} H B_{вр} V_p, \quad (5)$$

где  $k_m$  – коэффициент машинного времени,  $n_{p.c}$ ,  $T_{cm}$  – число смен по добыче угля и продолжительность смены соответственно,  $H$ ,  $B_{вр}$  – мощность пласта и глубина вруба за цикл,  $V_p$  – расчетная скорость перемещения установки.

При 2-х сменном режиме работы лавы по добыче угля, коэффициенте машинного времени 0,3 минимальная суточная нагрузка лавы в пласте мощность 1 м составит 583 тонны.

При приемочных испытаниях этого устройства на шахте им. А.И. Гаевого ГП «Артемуголь» было добыто около 26 тыс. тонн при максимальной суточной нагрузке 220 тонн.

Таким образом, разработанная и успешно прошедшая промышленные испытания установка типа ГИУВм-1, может быть рекомендована для добычи угля на крутых и круто-наклонных пластах.

А теперь рассмотрим вопрос о возможности существенного повышения суточной нагрузки лавы и в этих условиях с применением разработанной гидроимпульсной установки.

С этой целью разделим лаву на отдельные участки длиной  $L_j$ ,  $j = 2, 3, \dots, n$  и на каждом из этих участков установим гидроим-

пульсную установку. Оценим возможную суточную нагрузку лавы длиной  $L_l$  из пласта мощностью  $H$ , приняв  $n_{p.c}$ - сменный режим ее работы по добыче угля при коэффициенте машинного времени  $k_m$  и не учитывая других ограничивающих факторов, например, проветривание лавы.

Разрушение пласта установками производится одновременно, т.е. применяется **фронтальная** технология добычи угля. Это технически возможно, т.к. при применении этих установок нет необходимости в создании на пласт напорного усилия.

Тогда время, необходимое для обработки участка лавы длиной  $L_j$  на глубину  $h_{0ц}$ , определится из выражения

$$T_j = \frac{L_j}{V_p} \equiv \frac{L_l}{jV_p}, \quad (6)$$

которое в  $j$  раз меньше продолжительности обработки всей лавы, а подвигание лавы на глубину  $h_{0ц}$  будет происходить в  $j$  раз быстрее, чем при отработке всей лавы одной установкой.

Для примера возьмем лаву длиной 150 м, оборудованной 3-мя установками. В этом случае при минимальной расчетной скорости перемещения установок 3 м/мин вместо 50 мин, необходимых для перемещения одной установки на указанную длину лавы и глубину вруба 0,9 м, потребуется примерно 17 мин при работе 3-х установок. Другими словами средняя скорость подвигания лавы в первом случае составляет 0,018 м/мин, во втором случае – 0,054 м/мин.

Суточное подвигание лавы в этом случае может быть оценено по зависимости

$$L_c^{(j)} = 60k_m n_{p.c} T_{cm} h_{0ц} / T_j \equiv 60jk_m n_{p.c} T_{cm} h_{0ц} V_p / L_l. \quad (7)$$

И при принятых выше условиях и параметрах при расчетной скорости перемещения 3 м/мин и 2-х сменном режиме работы по добыче угля при коэффициенте машинного времени 0,3 получим  $L_c^{(j)} = 11,7$  м, а суточная добыча  $Q_{c.min}^{(j)} = 2460$  тонн. При увеличении расчетной скорости перемещения установки в 2 раза, т.е. до 6 м/мин суточная нагрузка лавы увеличится примерно до 4900 тонн.

Таким образом, приведенные выше теоретические положения, подкрепленные, хотя и несколько упрощенными расчетами, свидетельствуют о том, что уже на современном уровне развития науки и техники добычи угля из крутых и круто-наклонных пластов возмож-

но значительное, практически на порядок повышение суточной нагрузки лав. В этих пластах сосредоточен значительный объем угля, и в первую очередь углей коксующихся марок.

Схематично конструкция такой установки представляет собой гидроимпульсные генераторы, установленные на специальных направляющих, по которым они перемещаются вдоль лавы и, разрушая при этом пласт на «своем» участке. Питание генераторов может производиться как от одной насосной установки, так и от индивидуальных насосных установок. Перемещение генераторов может производиться как от одного, так и от индивидуальных механизмов перемещения (лебедок). Направляющие, по которым перемещаются генераторы, связаны конструктивно с механизированной крепью.

Теперь рассмотрим вопрос об ограничении количества добываемого угля, т.е. суточной нагрузки лавы и в первую очередь «по газовому» фактору. Поскольку разрушение пласта (добыча угля) происходит без присутствия людей в лаве, скорость движения воздуха в ее призабойном пространстве может быть увеличена не менее чем в 1,5 раза, т.е. до 6 м/с. Это, во-первых. Во-вторых, существенного уменьшения влияния «газового» фактора и увеличения суточной нагрузки на лаву уже сегодня может быть достигнуто путем отработки ее обратным ходом и применения прямоточной схемы проветривания горных выработок в пределах выемочного участка. Целесообразно также применение комбинированной системы проветривания, когда по каждому штреку (откаточному или конвейерному и вентиляционному) подается свежая струя воздуха к выходам из лавы [ 2 ]. В призабойном пространстве лавы воздух движется в нисходящем направлении – по падению пласта. Загрязненный метаном и пылью исходящий из лавы воздух подсвежается и по конвейерному штреку отводится на фланговую выработку.

Такой вариант системы проветривания прогрессивный и обладает рядом преимуществ. В частности, метан из выработанного пространства лавы практически не поступает в ее призабойное пространство, а метан, выделяющийся из разрушенного и транспортируемого угля, лучше удаляется свежей струей воздуха в направлении конвейерного штрека. Движущийся по конвейерному штреку свежий воздух, насыщаясь метаном, пылью и теплом, не направляется в призабойное пространство лавы, а используется только для снижения концентрации метана в исходящей из лавы струе воздуха. На сопряжениях лавы со штреками в этом случае исключается образования мест-

ных скоплений метана с концентрацией 2% и более. Этот вариант проветривания обладает и рядом других преимуществ, к которым следует отнести: улучшение условий производства работ по удалению метана из выработанного пространства лавы, уменьшение трудоемкости и затрат на проведение участковых подготовительных выработок, возможность повторного использования конвейерных штреков в качестве вентиляционных и т.д.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Таким образом, из вышеизложенного следует, что уже на современном этапе развития механизации добычи угля из крутых и круто-наклонных пластов разработаны средства механизации, обеспечивающие возможность значительного, не менее чем на порядок повышения суточной нагрузки лавы. Влияние ограничивающих на нагрузку лавы факторов, и в первую очередь «газового» фактора может быть значительно уменьшена за счет увеличения скорости воздуха в призабойном пространстве лавы и применения более прогрессивных методов ее проветривания.

Дальнейшие исследования гидроимпульсной добычи угля должны быть направлены на установление рациональных параметров самой установки с учетом динамики ее основного звена – гидроимпульсного генератора и усовершенствование технологии выемки угля.

Список источников.

1. Выемка крутых пластов гидроимпульсной установкой // Н.Г. Бойко, П.Ф. Зима, В.С. Коломиец. Труды международной научно-технической конференции «Горная электромеханика и автоматика». Т.1, Донецк, ДонНТУ, 2003. с. 46-56.
2. Зборщик М.П., Ильяшов М.А. Геомеханика подземной разработки угольных пластов. Том 1. – Донецк, ДонНТУ, 2006. – 256 с.

*Дата поступления статьи в редакцию: 17.11.08*