

## ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВАТОРА ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ СРЕД ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЗАКЛАДОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Молокитин С.А.

научный руководитель доктор технических наук Анушенков А.Н.

*Сибирский федеральный университет*

При добыче полезных ископаемых шахтным способом возникает необходимость проведения закладочных работ. Это требуется для управления горным давлением, снижения потерь полезных ископаемых в недрах, выемки законсервированных охранных целиков, предотвращения подземных пожаров и внезапных выбросов угля и газа, уменьшения деформаций поверхности земли и охраны от разрушения объектов на подрабатываемых территориях, оставления в шахте породы от проходческих работ, повышения безопасности горных работ.

Существует несколько способов транспортирования закладочного материала и формирования из него массива. Закладка разделяется на гидравлическую, пневматическую, твердеющую, самотёчную, механическую.

При твердеющем способе закладки смеси подают с поверхности самотёком либо насосами по главному и участковым трубопроводам с последующим пневмоподдувом для увеличения расстояния транспортирования, а при неглубоком залегании — через специальные закладочные скважины. При самотечном транспортировании твердеющей закладки предельная длина участка трубопровода определяется по формуле [1]

$$l_{max} = K_3 \cdot H \left( \frac{\gamma}{10\Delta p} - 1 \right) - 12n_1 - 6n_2$$

где  $H$  - высота вертикального става, м;  $K_3$  - коэффициент запаса высоты вертикального става,  $K_3 = 0,7-0,8$ ;  $\gamma$  - объемный вес закладки,  $\text{МН/м}^3$ ;  $\Delta p$  - удельные потери напора,  $\text{кг/см}^2 \cdot \text{м}$ ;  $n_1$  и  $n_2$  - число колен трубопровода с углами поворота  $90^\circ$  и  $45^\circ$ , эквивалентными по сопротивлению соответственно 12 и 6 м прямого трубопровода.

Дальность подачи твердеющей закладки самотечным способом определяется реологическими свойствами твердеющей смеси, диаметром трубопровода, его шероховатостью, производительностью комплекса и определяется соотношением вертикального столба смеси и горизонтальной длины самотечного участка от 1 : 3 до 1 : 5. Поэтому необходимо так же учесть реологические свойства смесей и состояние внутренней поверхности трубопровода.

Состояние текучести закладочных смесей сохраняется при механическом воздействии на них, при отсутствии которого смесь в течении 5 – 7 минут переходит в состояние структурированного раствора, расслаивается, теряет подвижность. Далее образуются пробки препятствующие течению закладочной смеси. Образование придонного слоя зависит от величины энергии потока, которая необходима для преодоления трения скольжения. Для этого определяется  $v_{кр}$  [3]

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{2gD \cdot \kappa_0 (\Delta_0 - 1) \cdot 1,96H_{max} \cdot H_{кр} [1 - (a)_{кр}] \cdot \rho_w \cdot \omega^2}{[1 - (a)_{кр}] \cdot P_{кр} \cdot (\lambda_2)_{кр}}}$$

где  $(a)_{кр}$  – безразмерное относительно смещение кинематической оси

$H_{кр}$  и  $H_{max}$  – критическая и максимальная толщина подвижного донного слоя твердых частиц соответственно, мм;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с

$D$  – диаметр трубопровода, мм

$P_{кр}$  – критическое давление, Па/м

$\lambda_2$  – коэффициент гидравлического трения;

$\Delta_0$  – удельные потери напора, кг/(см<sup>2</sup>·м);

$\kappa_0$  – коэффициент мокрого трения скольжения твердых частиц по дну трубы (определяется экспериментально).

Анализ простоев в работе закладочных комплексов показал, что процент потерь времени связанных с закупоркой трубопроводов составляют:

- на шахте «Коксовая» 21% в летний период, 18,6% в зимний период;
- на руднике «Маяк» 26% в летний период, 19% в зимний период;
- на руднике «Таймырский» 22,6% в летний период, 15,7% в зимний период.

Вместе с простоями связанными с закупоркой, появляется дополнительная нагрузка на рабочие узлы насосов которые приводят к преждевременному их износу и увеличивают электропотребление.

При использовании твердеющего способа закладки камер реологические свойства твердеющих смесей должны обеспечивать: устойчивое их транспортирование по трассе закладочного трубопровода; равномерное без расслоения растекание по камере и необходимую глубину проникновения в породу. В связи с этим расслаивание и твердение закладочных смесей в процессе транспортирования недопустимо.

Для решения данных проблем предлагается устройство активации вязкопластичных сред вибрационного типа[2].

Активатор вязкопластичных сред состоит из прямоугольной проточной камеры 1 со щелевидным каналом 2, консолей 3, пластин-резонаторов 4, источников переменного магнитного поля 5. Прямоугольная проточная камера присоединяется, например, с помощью фланцевых соединений 6 к основному стволу трубопровода 7.

Камера 1 изготавливается из магнитопроницаемого материала (парамагнетика или ферромагнетика). Материалами для изготовления камеры 1 могут служить электротехнические стали, металлы и т.п.

Источник переменного магнитного поля 5 размещен с внешней стороны камеры, представляет собой обмотку со стержнем, в котором генерируется переменное магнитное поле. Синхронность работы источников достигается за счет импульсного блока управления. Консоли 3 выполнены из рессорной стали, способны выдерживать большое количество колебаний.

Пластины-резонаторы 4 изготавливаются из магнитного материала и закреплены в консолях 3. Размеры устройства зависят от диаметра трубопровода, в котором оно устанавливается.

При транспортировке по трубопроводу жидких сред и смесей, оснащенным устройством, приводят в колебательное движение за счет резонанса пластины резонаторы путем включения источника переменного магнитного поля. При колебании пластин происходит турбулизация потока смеси, ее интенсивная обработка за счет кавитационного эффекта. Таким образом, идет интенсивная активация смеси, при которой возникают частые интенсивные соударения частиц смеси, их разрушение и измельчение с перемешиванием. При использовании данного активатора в процессе транспортировки по трубопроводу твердеющих закладочных смесей происходит разрушение зерен вяжущего, удаление гидратных пленок, повышение однородности смеси и как следствие, увеличение прочности смеси.

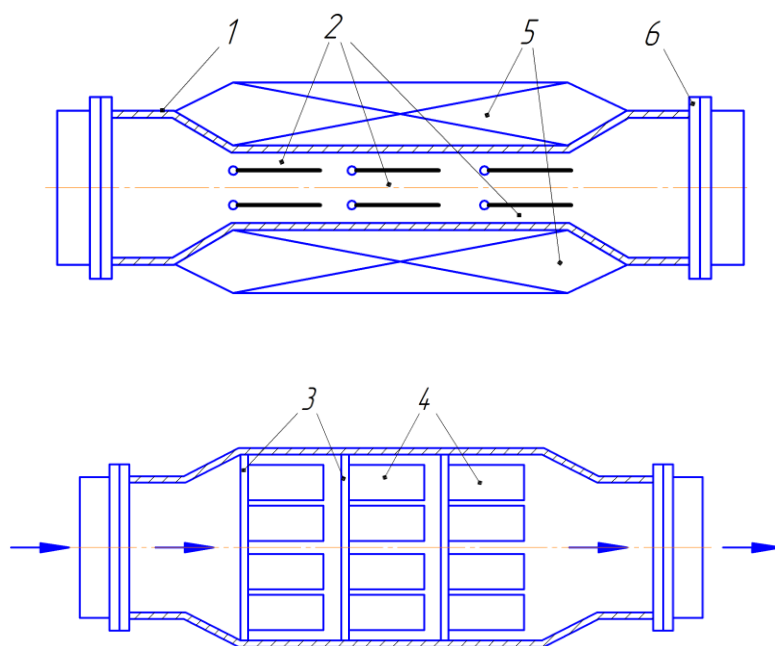


Рисунок 1 Активатор вязкопластичных сред  
 1 – корпус 2 – канал 3 – консоли 4 – пластины резонаторы 5 – источники  
 переменного магнитного поля 6 – фланцевое соединение

Подбирая режим обработки за счет амплитуды и частоты резонирования пластин, можно управлять процессом активации смесей.

Данное устройство позволит обеспечить транспортировку закладочной смеси без закупорки трубопроводов и на более удаленное расстояние, вместе с этим увеличит степень гомогенизации смесей которые, были недостаточно однородны по каким либо причинам.

#### Литература

1. *Кравченко В. Т.* Методика оценки транспортабельности твердеющих закладочных смесей / В.Т.Кравченко, В.П.Кравченко, Э.О.Штернбек // Горный журнал. Известия вузов. 1970. №9
2. А.Н. Анушенков, В.И. Штеле, №1778320 Устройство обработки жидких сред.
3. А.Н. Анушенков Разработка комплексов приготовления и транспорта твердеющих смесей для закладки горных выработок. Монография. ГОУ ВПО «Гос. ун-т цвет, металлов и золота». - Красноярск, 2006. - 172 с.