

УДК 622.232.32

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ МЕТОДА МОНИТОРИНГА УГЛЕПОРОДНЫХ МАССИВОВ

Кенжин Б. М.

*(Карагандинский машиностроительный консорциум,
г. Караганда, Казахстан)*

Смирнов Ю. М.

*(Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан)*

Саттаров С. С.

*(ТОО «Объединенная химическая компания», г. Астана,
Казахстан)*

Проаналізовано головні недоліки, які притаманні сучасним видам моніторингу стану вуглепородного масиву. Запропоновано, як найбільш ефективний, адаптивний метод впливу на вуглепородний масив для виконання моніторингу його стану.

The main downsides intrinsic to state-of-the-art monitoring of coal-rock mass conditions are analyzed. Adaptive method as the most efficient one for the influence on coal-rock mass to conduct monitoring of its conditions is proposed.

В научно-технических публикациях последних лет, посвященных решению проблемы совершенствования методов и средств мониторинга состояния углепородного массива, отмечается настоятельная необходимость принципиально нового подхода к этой проблеме. В силу этого авторами предлагается адаптивный метод мониторинга. Его основная идея – непрерывное возбуждение в каждой точке забоя вибрационно-сейсмических сигналов с заданными или меняющимися по определенной програм-

ме параметрами с одновременной регистрацией отраженных от углепородного массива сигналов.

Для создания такого метода необходимо сформулировать требования, проанализировать имеющиеся к настоящему времени предпосылки к их реализации. Этому должен предшествовать аналитический анализ существующих методов. Проблема обнаружения тектонических нарушений угольных пластов связана, в первую очередь, с безопасностью проведения добычных работ и уровнем их эффективности. Для выявления степени эффективности каждого из методов и уровня применимости для определенных эксплуатационных условий произведем их классификацию (рис. 1).

Поскольку тектонические нарушения находятся в глубине угольного пласта на достаточном удалении от забоя и не доступны для визуального наблюдения, в основе всех методов лежит процесс возбуждения направленных волн в массиве (сейсмических или акустических). Проведенный анализ показывает, что все методы можно подразделить по способу воздействия на объект. При этом различают сейсмические, акустические и вибросейсмические.

Сейсмические – возбуждение сейсмических нагрузок в пласте, которые характеризуются хаотически изменяющимися показателями (амплитудой силы, формой импульса, длительностью и т.д.). К преимуществам таких методов можно отнести простоту реализации. Однако, для расшифровки и обработки результатов зондирования требуется сложная аппаратура, высокая квалификация работников и значительные затраты времени.

Вибросейсмические методы для своей реализации требуют, в обязательном порядке, вибрационные устройства или механизмы, позволяющие генерировать и передавать на забой механические колебания требуемой формы импульса, частоты и скважности. По виду используемой энергии вибраторы могут быть электромеханическими, гидромеханическими, комбинированными.

В основе действия электромеханических вибраторов лежит преобразование вращательного движения электродвигателя в возвратно-поступательное движение толкателя. При таком преобразовании происходит потеря энергии и, что особенно важно, искажение управляющего воздействия на пласт. Это обстоятельство значительно снижает эффективность их использования.

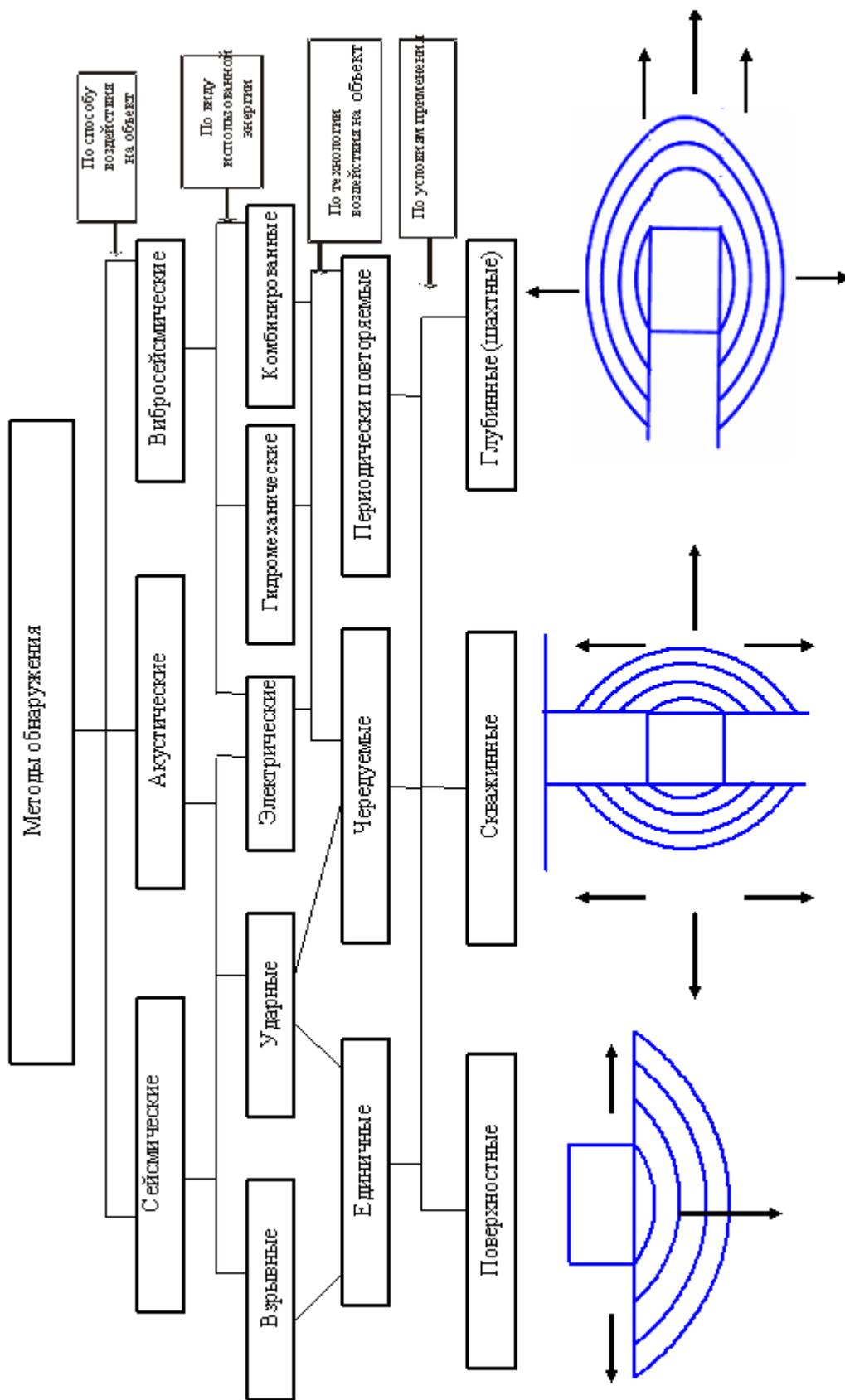


Рис. 1. Классификация методов обнаружения тектонических нарушений

Гидромеханические вибрационные устройства преобразуют поток жидкости определенного давления в возвратно-поступательное движение толкателя. При использовании объемного гидравлического привода потери энергии на преобразование минимальны, а искажение заданного импульса практически не наблюдается.

Комбинированные методы имеют в своей основе отмеченные выше составные элементы, присущие сейсмическим и вибрационным. Комбинация вызвана необходимостью усовершенствования системы согласования «источник-массив» для более качественной обработки результатов зондирования и их интерпретации.

Для создания адаптивного метода зондирования особое внимание заслуживает классификация по технологии воздействия на углепородный массив. Здесь могут быть выделены:

– единичные, предполагающие разовое воздействие на массив с последующей регистрацией и обработкой результатов. К ним относятся взрывчатые, частотно-акустические;

– чередуемые, основанные на следовании, с некоторым интервалом времени, силового воздействия, накоплении энергии, закачиваемой в массив, и информации о его нарушениях. Это акустические методы;

– периодически повторяемые, в основе которых лежит гармоническое с заданной частотой и амплитудой воздействие на пласт. Форма импульса, частота и скважность в течение одного сеанса при этом не меняется, но в других сеансах характеристики воздействия могут меняться. Отмеченным свойством обладают только вибросейсмические методы.

Последним признаком классификации могут быть – «условия применения». Этот признак предполагает три разновидности:

– поверхностный метод, используемый при проведении работ с поверхности. Его можно квалифицировать как сейсмический, взрывной, единичный. При этом возбужденные волны закачиваются в массив, как в продольном, так и в поперечном направлениях. Метод может быть рекомендован для мониторинга пластов, залегающих на сравнительно малой глубине;

– скважинный метод применяется при проведении мониторинга из скважины, как в вертикальном, так и в наклонном положении. Возбуждение волн происходит в два полупространства, как в продольном, так и в поперечном направлениях. Наиболее эффективен этот метод при зондировании крутопадающих пластов;

– глубинный (шахтный) метод основан на расположении источника на заданной глубине в существующей горной выработке. Возбуждение сигналов производится в два полупространства как в продольном, так и в поперечном направлениях. Этот метод является универсальным, он может быть применим не только для мониторинга тектонического состояния угольно-породных пластов, но и для проведения технологических процессов, связанных с глубинным просвечиванием Земли. В дополнение к вышперечисленным методам своевременный прогноз геологической нарушенности позволяет решать ряд важных задач:

– увеличить или стабилизировать добычу угля при отработке выявленных нарушений участков шахтного поля в результате оптимизации производственной программы (планирования горных работ);

– повысить производительность труда шахтеров вследствие сокращения потерь рабочего времени и простоев оборудования (создание оперативных резервов мощности);

– повысить качество добываемого угля;

– снизить непроизводительные расходы, связанные с проведением бросовых горных выработок, оплатой сверхурочных работ, штрафов и т.д., а также учесть прочие факторы производственно-хозяйственной деятельности, не поддающиеся количественному определению (повышение качества управления и принятия решений, улучшение организации труда и т.п.).

В настоящее время существует ряд методов прогнозирования состояния горного массива, основанных на его сейсмическом просвечивании. Анализ этих методов показывает, что им присущи некоторые недостатки, снижающие в значительной мере надежность прогнозирования. Это обусловлено неоднородностью физико-механических свойств массива, как по площади забоя, так и по глубине. Отражение сейсмических волн при этом осуществ-

ляется с разной интенсивностью и со значительными погрешностями при их регистрации.

Исходя из отмеченного, на первый план, как с научной, так и с практической точки зрения выходит разработка метода прогнозирования на базе новых способов и средств возбуждения сейсмических сигналов в угольном пласте. При этом следует иметь ввиду, что для повышения эффективности процесса просвечивания массива необходимо:

- производить обработку угольного пласта сейсмическими импульсами по всей площади очистного забоя;
- в качестве средств возбуждения импульсов использовать вибрационные и пульсационные механизмы, реализующие неоднократно и периодически повторяющиеся во времени сигналы;
- обеспечить различные формы импульсов, плавное и независимое изменение амплитуды, частоты и скважности импульсов.

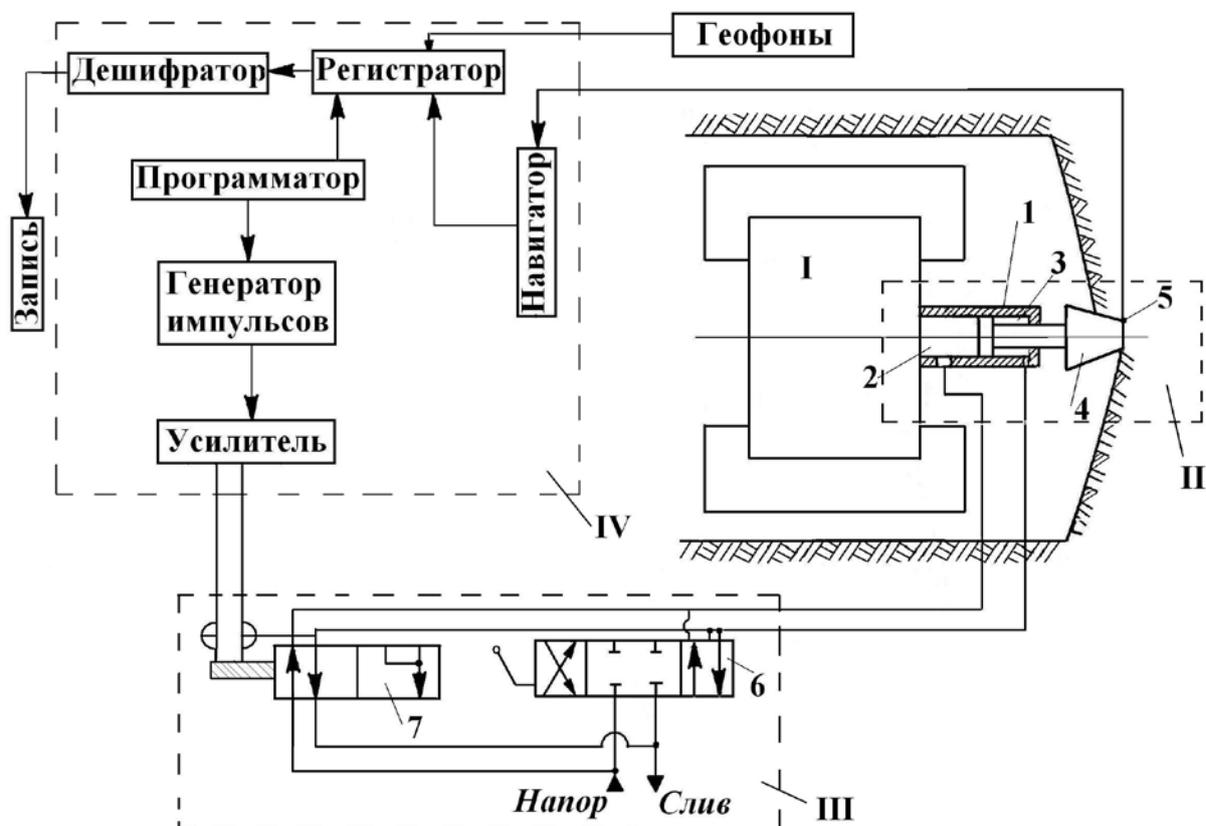
Наиболее полно отвечают требованиям создания силового воздействия на объект гидравлические вибрационные машины, отличающиеся от других типов конструктивной простотой, меньшими габаритами и повышенными силовыми показателями. Более того, они способны генерировать как вибрационную, так и пульсационную нагрузки.

Анализ гидравлических вибрационных источников, их внутренних параметров и выходных показателей, а также учет требований, предъявляемых к средствам реализации адаптивного метода воздействия на углепородный массив, позволили синтезировать принципиальную и конструктивную схемы вибрационно-сейсмического модуля.

Схема модуля представлена на рисунке 2. Она включает в себя базовую машину I – это проходческая или выемочная машина, оснащенная объемным гидравлическим приводом, силовой блок II, гидравлический блок управления силовым блоком III и электронный блок управления и регистрации IV.

Гидравлический блок управления также располагается на базовой машине на рабочем месте оператора. Он включает ручной трехпозиционный гидравлический распределитель 6, питающийся от объемного гидравлического привода, и электронно-

гидравлический распределитель 7, получающий управляющие сигналы от электронного блока управления и регистрации.



I – базовая машина, II – силовой блок, III – гидравлический блок управления, IV – электронный блок управления и регистрации.

1 – силовой гидравлический цилиндр; 2 – камера прямого хода; 3 – камера обратного хода; 4 – плита; 5 – датчик положения; 6 – гидравлический распределитель; 7 – электронно-гидравлический распределитель.

Рис. 2. Принципиальная схема вибрационно-сейсмического модуля

Силовой блок вмонтирован непосредственно в стрелу комбайна и имеет силовой гидравлический цилиндр 1 с рабочими камерами прямого 2 и обратного 3 хода. На штоке гидроцилиндра установлен рабочий инструмент в виде опорной плиты 4, оснащенный датчиком положения 5. Блок предназначен для генери-

рования и передачи массиву искусственных механических колебаний с изменяющимися амплитудой, частотой, скважностью и формой импульса.

Блок предназначен для перераспределения потока жидкости между рабочими камерами силового блока и придания штоку совместно с исполнительным органом, контактирующим с забоем, заданного закона искусственных колебаний.

Электронный блок управления и регистрации IV состоит из программатора, работающего по заранее составленной программе, сигналы от которого поступают в генератор импульсов и регистратор. Генератор преобразует электронные импульсы от программатора в электрические и подает их на электронный усилитель. От усилителя сигналы поступают на электрический вход электронно-гидравлического распределителя, который преобразует сигналы в гидравлические и перераспределяет поток жидкости от источника гидравлической энергии между рабочими камерами исполнительного органа.

С другой стороны сигнал от датчика положения 5 подается на вход навигатора, где устанавливается текущее положение исполнительного органа по отношению к заранее выбранной трехмерной системе отсчета. Электронные сигналы от навигатора и программатора передаются в регистратор, где происходит согласование обрабатываемых программатором сигналов с полученными геофонами отраженных сигналов и одновременная привязка их к системе отсчета. Сигналы от регистратора передаются на дешифратор, откуда подаются на записывающее устройство.

В соответствии с изложенным, синтезированная схема работает следующим образом. При включении ручного гидравлического распределителя 6 в крайнее правое положение рабочая жидкость от источника гидравлической энергии по напорному трубопроводу поступает в поршневую камеру 2 гидроцилиндра, из штоковой камеры жидкость удаляется в сливной трубопровод, таким образом, режущий инструмент внедряется в массив и происходит его разрушение с одновременным перемещением инструмента по площади забоя. При включении программатора сигналы через генератор импульсов и усилитель поступают в электрогидравлический распределитель, который производит пе-

пераспределение давления рабочей жидкости между рабочими камерами гидроцилиндра в соответствии с заданной программой. Согласно этого на режущей кромке рабочего органа генерируются механические колебания, которые распространяются в массив и отражаются в нем от различного рода нарушений. Отраженные сигналы регистрируются геофонами, расположенными в массиве. Сигналы, поступающие в регистратор от навигатора, программатора и геофонов, сопоставляются, регистрируются их искажения в каждой точке массива, дешифруются и передаются на запись [1, 2].

Оператор, наблюдающий за ходом технологического процесса, отмечает искажения и принимает решение по дальнейшей обработке забоя.

Таким образом, использование в схеме электронного блока управления и регистрации, силового блока и гидравлического блока управления позволяет генерировать вибрационно-сейсмическое воздействие на массив в соответствии с заданной программой, оперативно изменять ее при изменении условий залегания массива, осуществлять мониторинг за состоянием массива и принимать по осуществлению основного технологического цикла.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Смирнов Ю.М. Анализ выходных показателей гидравлического виброисточника // Известия вузов. Горный журнал. – 1988. – № 6. – С. 91 – 95.
2. Смирнов Ю.М., Кенжин Б.М. Гидравлический вибрационно-сейсмический модуль // Горный журнал Казахстана, 2009 г. – № 5. – С. 20 – 22.