

Прогнозирование состояний закладочного материала

ЗЕЙНУЛЛИНА А.А.
НК «Казахстан Гарыш Сапары»
e-mail: a.zeinullina@gharysh.kz

МУСТАФИН С.А.
Институт проблем информатики и управления МОН РК
e-mail: mustafinsal@mail.ru

Предлагается алгоритм прогнозирования состояний закладки при проведении горных работ, основанный на методах распознавания образов

Введение. Применение закладки на горнодобывающих предприятиях вызвано обеспечением безопасного процесса ведения добычных работ, сохранением строений на поверхности земли, обеспечением безопасности и сохранения окружающей среды и т.д. С этой целью выработанное пространство заполняют закладочным материалом, который после достижения определенного состояния материала, должен выполнять функцию поддерживающих целиков.

В горном деле закладка определяют как заполнение закладочным материалом выработанного пространства, которое образуется в недрах земли в результате выемки полезного ископаемого. Закладочные материалами могут быть измельченные горные породы, добываемые в карьерах (песок, гравия, галька, глинистые сланцы, известняки и др.) и отходы производства (порода, получаемая попутно с добычей полезного ископаемого в шахте, материалы шахтных отвалов, отходы обогатительных фабрик, шлаки металлургических заводов и котельных). При твердеющей закладке добавляют вяжущий компонент. Закладка бывает полной, если заполняется всё выработанное пространство, и частичной при заполнении определённой его части (в виде полос или слоев). В зависимости от способа транспортирования и укладки различают гидравлическую, пневматическую, гидропневматическую, механическую, самотёчную и ручную.

Цели, преследуемые при использовании закладочного материала, весьма различны. В большинстве случаев они могут быть отнесены к одной из следующих категорий, т.е. имеет несколько предназначений. В целом, закладка применяется для управления горным давлением, снижения потерь и разубоживания добываемого полезного ископаемого при добыче, предотвращения подземных пожаров, уменьшения деформаций поверхности земли и для охраны объектов на земной поверхности от разрушения, повышения безопасности горных работ, улучшения проветривания подземных выработок, а также с целью размещения в шахте породы, получаемой при проходке выработок, что уменьшает затраты на транспорт.

Требования к свойствам закладочного массива могут быть разными и соответственно зависят от его назначения. Так, требования к закладочному массиву, предназначенному для предотвращения просадки земной поверхности и охраны тем самым зданий и сооружений намного выше и здесь особенно важно проводить прогноз его состояний закладки, чем в случаях, когда например, закладка выполняет функции заполнителя пустот и предотвращения разубоживания и потерь руды.

В зависимости от назначения и систем разработки месторождений применяются сухая, гидравлическая, твердеющая и др. закладки. Естественно отличаются свойства и способы их создания. При этом стоимость твердеющей закладки, вследствие дороговизны вяжущего материала, намного превышает стоимость остальных и применяется в строго определенных случаях и при условии обеспечения полной окупаемости материалов и работ по закладке. Естественно встает проблема прогноза готовности состояния искусственного закладочного массива к выполнению предназначенных ему функций [1].

Содержательная постановка задачи прогноза состояний процесса твердения закладочного массива состоит в следующем. С конца 50-х годов при решении этой проблемы стали применять различные методы моделирования. Согласно этим методологиям, сложный химико-технологический процесс расчленяется на разные по физической природе составляющие, проводится раздельное их изучение, после чего их взаимное влияние определяется математическими методами с использованием ЭВМ. Это вызвано невозможностью, в большинстве случаев, воспроизвести в лаборатории во всех особенностях реальный процесс, сопровождающийся переносом вещества и тепла.

В процессе создания закладочного массива, состоящего из заполнения и формирования при этом искусственного массива вследствие усадки материалов закладки, затруднительно проведение натурных исследований в производственных условиях по широкому спектру показателей, характеризующих его состояние. Для оценки состояния закладочного массива, возможно исследование его отдельных элементов, выбуривая, например, из закладки керны в определенные моменты времени (неделя, месяц и т.д.) и исследуя их характеристики проводить прогнозирование состояния всего закладочного массива. Другим способом прогноза состояния закладочного массива может быть физическое моделирование эквивалентными материалами. При этом модели могут быть исследованы механическими, ультразвуковыми, электрическими и другими методами. Оценка изменения в течение времени прочностных (параметров процесса твердения закладочного массива, предельных характеристик прочности закладки на сжатие, величины усадки закладки и др.), ультразвуковых (скорости прохождения сигналов, спектральных характеристик волн и др.), электрических и тепловых параметров закладки в целом составляют прогнозную картину состояния закладочного массива.

Попытки решать задачи макрокинетики на основе подобия теории и физического моделирования оказались неполными из-за несовместимости условий подобия химических и физических составляющих процесса. Для решения проблем макрокинетики должны быть известны закономерности собственно химического превращения, не искажённые влиянием процессов переноса, и законы массо- и теплопередачи. Закономерности химического превращения выражаются в виде кинетических уравнений, отражающих зависимость скорости химической реакции от состава реакционной смеси, температуры, давления, свойств катализатора (для каталитических процессов) и др.

Во всех случаях для прогнозной оценки состояния закладочного массива представляется необходимым измерять в различные моменты времени параметры закладочного материала, которые характеризуют статическое состояние и их динамику [1].

Формальная постановка задачи. Под состоянием закладочного материала в некоторый момент времени t будем понимать набор значений физических свойств материала в момент времени t . Такими признаками являются механические, тепловые, ультразвуковые, электрические и другие параметры закладочного материала, измеряемые в момент времени t .

Пусть на входе предполагаемой системы оценки состояния закладочного массива зафиксированы значения входных параметров, а на выходе принимаются значения выходных параметров. Пусть задан некоторый оператор F , устанавливающий соответствие между входными и выходными переменными, который позволяет с определенной точностью восстанавливать выходные параметры объекта по его входным данным.

На практике наиболее распространены непрерывные регрессионные модели, построенные для всей совокупности объектов. Их использование основано на предположении о качественной однородности рассматриваемой совокупности исходных данных по объектам исследования, об отсутствии разрывов и скачков в априори неизвестной зависимости.

Идея предлагаемой методики прогнозирования состояния закладки состоит в разбиении пространства признаков, характеризующих состояние закладочного материала, на классы (области) близких объектов в пространстве признаков, на каждом из которых строится своя функция прогноза. Построение частных моделей на выделенных областях позволяет объединить частные модели прогноза в единую модель прогноза состояния закладки. Другими словами, предпринята попытка учесть структурную неоднородность исходных данных по состояниям объекта исследования - аппроксимировать реальную зависимость состояния закладки от физических параметров массива кусочно-линейными функциями с учетом времени [2].

Таким образом, применение традиционных методов прогноза состояния закладки по одному признаку имеет низкую достоверность из-за сложности объекта исследования, что значительно сужает область их использования на практике.

Методика, использующая методы распознавания образов и кусочно-линейную аппроксимацию, позволяет повысить достоверность прогнозов и получить модель, которая более адекватно выражает прогнозируемое состояние закладочного материала по динамическим наборам признаков, характеризующим его состояние.

Список литературы

- [1] Байконуров О.А., Крупник Л.А., Мельников В.А. Подземная разработка месторождений с закладкой // Алма-Ата.: Наука, 1972. 384 с.
- [2] Журавлев Ю.И., Зенкин А.И., Рязанов В.В. Алгоритм прогнозирования состояний производственных процессов // «Вопросы радиоэлектроники», 1976, № 1, С. 32-34.