

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

П. В. Гречишкин (Кемерово)

В настоящее время суточная производительность длинных очистных забоев рассчитывается преимущественно по методикам ИГД им. А.А. Скочинского, в которых либо используются нормативы нагрузки [1], либо расчёт ведётся по эксплуатационной производительности отдельных элементов механизированного комплекса: комбайна, забойной крепи и конвейера [2].

Методика [3] предназначена для определения минимально допустимых нагрузок, т. е., используя её, мы получаем заведомо заниженные значения. Методика основана на использовании нормативов нагрузок для определённых, серийных мехкомплексов. Сейчас же на шахтах Кузбасса главным образом эксплуатируются мехкомплексы скомпонованные из оборудования различных производителей. К тому же нормативы практически не учитывают технический уровень применяемого оборудования и технологической подготовки выемочных участков [3].

Производительность «скомпонованных» комплексов позволяет определять методика [2]. Однако при определении производительности комбайна необходимо знать коэффициент машинного времени, который, в свою очередь, невозможно рассчитать из-за отсутствия нормативов для современного оборудования. В связи с этим сейчас поступают следующим образом: либо приближённо задаются среднеотраслевым значением, либо принимают его равным отношению скорости подачи комбайна при отбойке угля к скорости при зачистке лавы. При этом получается, что производительность не зависит от длины лавы. Такую же картину мы видим при использовании программы для расчёта производительности очистных забоев «ПРОЗА» [4].

Ни в одной из существующих методик при расчёте производительности реально не учитываются технологические простои, определяемые взаимосвязью и последовательностью процессов выемки, передвижки конвейера, крепления лавы и сопряжений. Чтобы оценить влияние простоев на производительность при различных вариантах технологической схемы, необходимо исследовать поведение оборудования очистного комплекса в динамике. В подобных случаях эффективно применяется имитационное моделирование с использованием проблемно-ориентированных имитаторов [5]. Для имитации процесса очистных работ в длинном забое был использован проблемно-ориентированный имитатор сетей Петри, разработанный в Институте угля и углехимии СО РАН. Были созданы модули для синтеза технологических схем при условии взаимосвязи и последовательности процессов очистных работ, некоторые из них представлены на рис. 1–4.

Динамика технологического процесса отображается движением маркеров через переходы от начальной позиции к конечной. Выполнение какого-либо условия в сети связано с появлением маркера в позиции, соответствующей этому условию. Маркеры задерживаются в промежуточной позиции на время выполнения технологической операции [6].

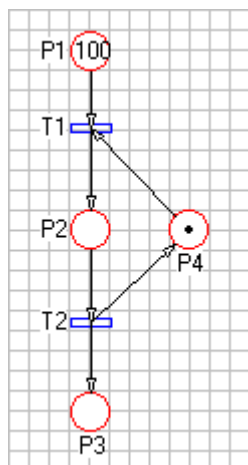


Рис. 1. Модуль работы комбайна

- P1 – количество участков пути;
- P2 – время прохождения комбайном участка пути;
- P3 – количество пройденных участков пути;
- P4 – очередной участок пройден.

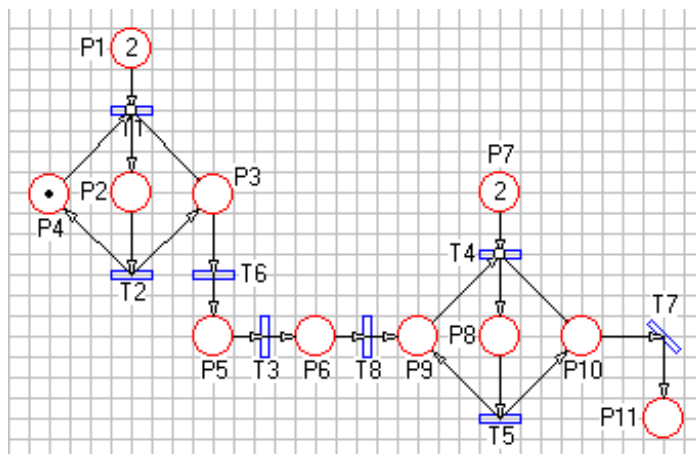


Рис. 2. Модуль передвижки крепи сопряжения

- P1 – количество переходных секций крепи сопряжения;
- P2 – время передвижки секции переходной крепи;
- P3 – время перемещения рабочего до следующего пульта управления гидрораспределителями;
- P5 – количество передвинутых секций переходной крепи сопряжения;
- P6 – время перемещения горнорабочего очистного забоя (ГРОЗ) до первой секции штрековой крепи;
- P7 – количество секций штрековой крепи;
- P8 – время передвижки секции штрековой крепи;
- P10 – время перемещения рабочего до следующего пульта управления гидрораспределителями;
- P11 – окончание передвижки крепи сопряжения.

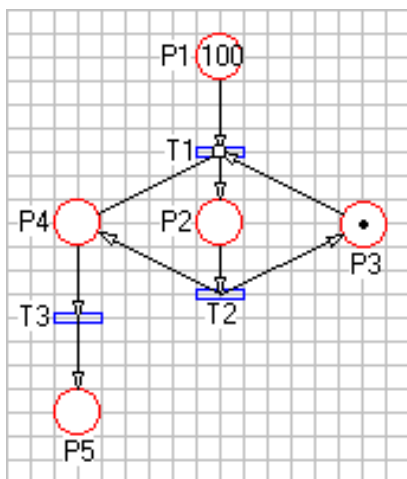


Рис. 3. Модуль последовательной передвижки секций крепи

- P1 – количество секций крепи;
- P2 – передвижка;
- P3 – окончание передвижки крепи;
- P4 – перемещение ГРОЗ к следующей секции;
- P5 – передвинутые секции.

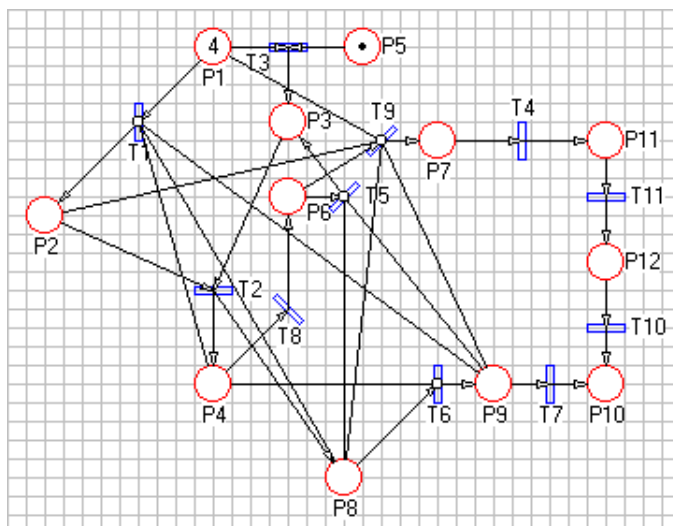


Рис. 4. Модуль передвижки конвейера

- P1 – количество участков конвейера;
- P2 – установка гидрораспределителей участка «На слив» первым ГРОЗ;
- P3 – установка гидрораспределителей участка «На передвижку» вторым ГРОЗ;
- P4 – передвижки участка конвейера;
- P7 – установка гидрораспределителей последнего участка конвейера «На передвижку» вторым ГРОЗ;
- P8 – перемещение ГРОЗ к началу участка конвейера;
- P9 – установка гидрораспределителей участка в нейтральное положение;
- P10 – количество передвинутых участков конвейера;
- P11 – передвижка последнего участка конвейера;
- P12 – установка гидрораспределителей последнего участка в нейтральное положение.

Входные параметры для моделей (время выполнения операций, количество маркеров в позициях, приоритеты переходов и кратности дуг) вычисляются, исходя из горно-технических параметров выемочного участка и технических характеристик подходящего к заданным условиям очистного оборудования. Затем они подставляются в модели, и в результате имитационного эксперимента мы получаем время выемочного цикла. По времени цикла определяется производительность.

Эксперименты проводились для средних по Кузбассу горно-технических и горно-геологических условий [7]:

- скорость подачи комбайна – 6 м/мин.;
- ширина захвата – 0,63 м;
- скорость крепления – 5,6 м/мин.;
- фланговая скорость крепления – 5,1 м/мин.;
- шаг установки секций крепи – 1,5 м;
- отставание передвижки конвейера не менее 12 секций;

- мощность пласта 1,8 м;
- допустимая площадь некреплёного пространства 12 м².

С помощью имитационного моделирования и методики [2] (при прочих равных условиях) были получены зависимости производительности очистного забоя от длины лавы при односторонней схеме работы комбайна (см. рис. 5).

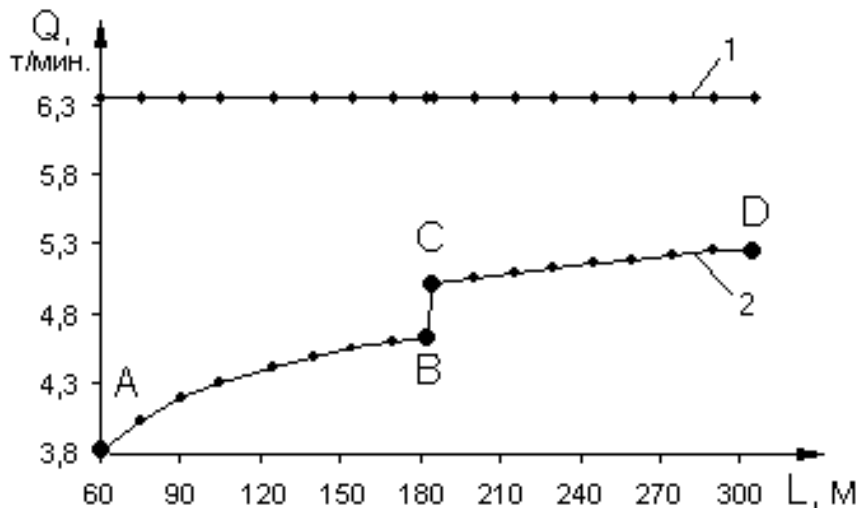


Рис. 5. Зависимости производительности от длины лавы

- 1 – получена с помощью методики [2];
- 2 – получена с помощью имитационного моделирования

Характер кривой 2 на отрезке АВ объясняется увеличением доли времени производительной работы комбайна во времени всего цикла. Далее при длине лавы 182 м отставание крепления лавы достигает критического по условию значения. Поэтому при дальнейшем увеличении длины лавы меняем схему передвижки секций с последовательной на групповую по две. За счёт чего примерно в 1,75 раза увеличивается фланговая скорость крепления – следовательно, простой комбайна сокращается. Это обуславливает скачок ВС. Характер отрезка CD также объясняется увеличением доли времени производительной работы и уменьшением доли простоев.

Из рис. 5 видно, что из-за неучёта взаимосвязи технологических процессов при определении производительности длинного очистного механизированного забоя ошибка колеблется в пределах от 17 до 39 %.

При разных горно-технических условиях и организации работ в забое доля времени технологических простоев может сильно влиять на производительность. Проводя эксперименты на динамических моделях, можно быстро проиграть варианты с различными условиями и выбрать наиболее рациональный вариант технологической схемы. Имитационное моделирование позволяет повысить обоснованность принятия решения и точность проектных показателей.

Литература

1. Нагрузки на очистные забои действующих угольных шахт при различных горно-геологических условиях и средствах механизации выемки. Люберцы: ИГД им. А.А. Скочинского. 1996.
2. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. ИГД СО АН, М., 1979, ч. 2.

3. **Ю.А. Коровкин, П.Ф. Савченко, В.А. Бураков.** О производительности комплексно-механизированных очистных забоев, оснащаемых по инвестиционным проектам и договорам лизинга//Уголь, 2001, № 5.
4. **Е.А. Косьминов, А.А. Ордин, А.В. Ремезов, В.И. Клишин.** Автоматизированный поиск рентабельной производительности комплексно-механизированного очистного забоя//Уголь, 1997, № 10.
5. **Konyukh V., Sinoviev V.** Simulation for Geotechnical Engineering//Geocology and Computers, A.A.Balkema, Rotterdam, 2000. pp. 295–298.
6. **Конюх В.Л., Жданов Ю.С.** Компьютерная анимация горных работ, моделируемых сетью Петри//Труды республиканской конференции «Компьютерные технологии в горном деле», Екатеринбург: Уральская горно-геологическая академия, 1998, с. 8–9.
7. Угольная промышленность Российской Федерации в 2001 году. М.: «Росинформуголь», 2002. Т. 2.