

УДК 519.876

И.В. Новицкий, Ю.А. Балаш

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАГРУЗКИ ДРОБИЛЬНО-ПЕРЕГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Введение. Актуальность задачи

Непременным условием прогресса открытых горных работ является применение высокопроизводительных средств карьерного транспорта и резкое повышение уровня организации его работы. Использование циклично-поточной технологии на карьерах является очень эффективным, однако вследствие высокой стоимости автотранспортных средств его простои, как и простои выемочно-погрузочной техники, конвейерного транспорта, должны быть минимальными.

Работа большинства систем автоматизации на карьерах Украины основана на закреплении определенного количества самосвалов за экскаватором в течение смены и на подаче машин под погрузку по команде диспетчера.

Актуальной является задача оптимизации работы карьерного транспорта с учетом разгрузки автосамосвалов в дробильно-перегрузочный комплекс, спецификой которой является дискретный характер загрузки бункера - питателя и непрерывный характер его опустошения.

Постановка задачи

Работу дробильно-перегрузочного комплекса можно представить в виде схемы, приведенной на рисунке 1.

Автосамосвалы выгружают вскрышную породу в бункер – питатель, тем самым создавая поток $Q_{вх}$. M - масса материала в бункере. Бункер – питатель имеет пределы заполняемости - M_{min} и M_{max} .

V – скорость полотна питателя, которая регулируется системой управления дробилкой, стабилизирующей ее мощность. Скорость является случайной величиной, определяемой механическими свойствами дробимого материала.

Полотно питателя перемещает материал в дробилку (поток $Q_{\text{ВЫХ}}$), а раздробленный материал на ленточном конвейере отводится за границы карьера.

На основе анализа работы дробильно - перегрузочного комплекса составлена математическая модель бункера – питателя, представленная на рисунке 2.

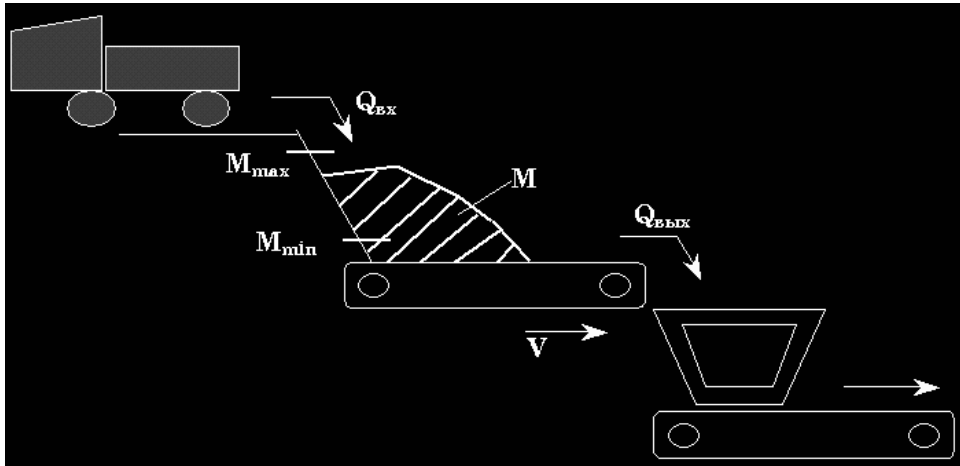


Рисунок 1 - Схематическое представление работы комплекса

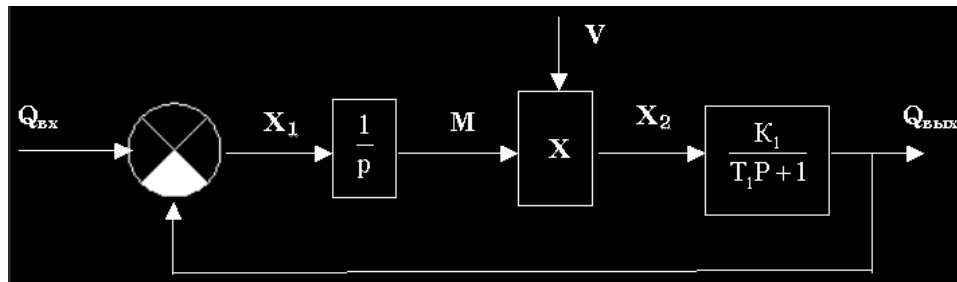


Рисунок 2 - Математическая модель бункера-питателя

Здесь M – количество материала в бункере, равное интегралу от разности входного $Q_{\text{ВХ}}$ и выходного $Q_{\text{ВЫХ}}$ потоков. Выходной поток $Q_{\text{ВЫХ}}$ в первом приближении принят равным произведению количества материала в бункере, скорости полотна питателя и коэффициента передачи бункера K_1 . Инерционные свойства данного объекта при изменении скорости V или количества материала M учтены введением аperiodического звена с постоянной времени T_1 .

Обозначим R – общее количество машин, работающих на участке карьера. Если R велико, то имеем потери от простоя самосвалов в очереди на разгрузку; если R мало, то имеем потери от «холостой» работы питателя, дробилки и отводящего конвейера.

В качестве критерия оптимизации целесообразно принять величину J , которую следует минимизировать. Она определяется по выражению:

$$J = p_1 + p_2, \quad (1)$$

где p_1 - потери от простоя самосвалов в очереди на разгрузку, грн.; p_2 - потери от «холостой» работы питателя, дробилки и отводящего конвейера, грн.

Величины p_1 и p_2 вычисляются по формулам, указанным ниже.

$$p_1 = \int_0^t k_2 \cdot r(t) dt, \quad (2)$$

где k_2 – потери в единицу времени от простоя одного самосвала в очереди, грн/с; $r(t)$ – количество машин в очереди в момент времени t , шт.

$$p_2 = \int_0^t k_3 \cdot M^*(t) dt, \quad (3)$$

где k_3 – эксплуатационные расходы в единицу времени для питателя, дробилки и отводящего конвейера, грн/с; $M^*(t)$ – функция, вычисляемая по формуле (4).

$$M^*(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } M > M_{\min}; \\ 1 & \text{при } M < M_{\min} \end{cases} \quad (4)$$

Решение задачи

В данной постановке задачи критерий оптимизации J является функцией двух случайных величин: T – интервал времени между двумя моментами прибытия машин на разгрузку; V – скорость полотна питателя (которая в свою очередь определяется свойствами дробимого материала). Поэтому даже при заданном типовом законе распределения случайных величин T и V решение задачи традиционными аналитическими методами затруднительно. В общем случае для ее решения целесообразно применить подход, основанный на имитационном моделировании.

Укрупненная блок-схема алгоритма проведения вычислительного эксперимента представлена на рисунке 3.

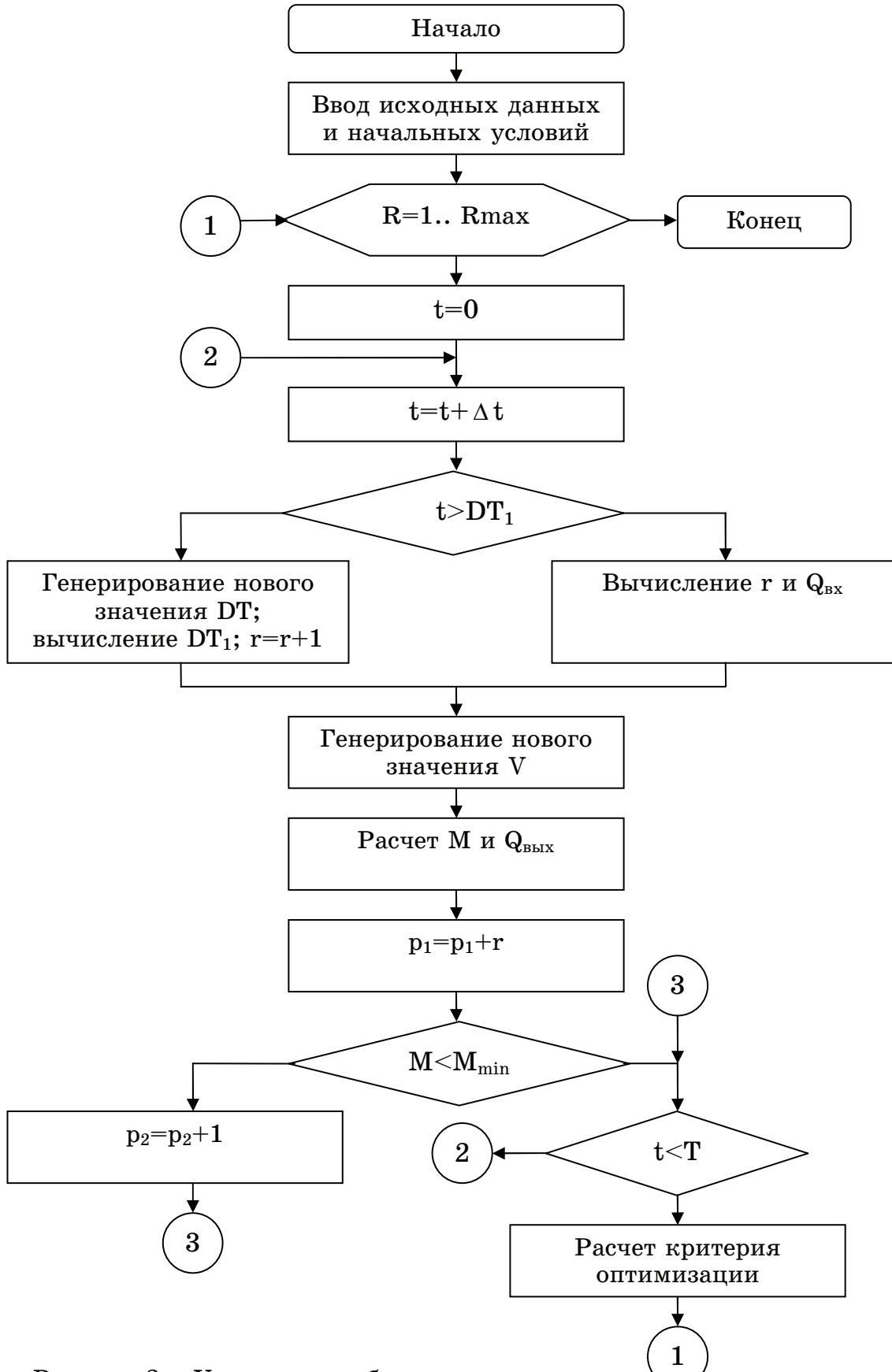


Рисунок 3 – Укрупненная блок-схема проведения числительного эксперимента

На рисунке используются следующие обозначения: R – количество машин, работающих на участке; R_{\max} – подвижной состав карьера; r – количество машин в очереди; t – текущий момент времени; Δt – шаг квантования; DT – интервал между машинами; DT_1 – время прихода следующей машины к комплексу; T – время моделирования; $Q_{\text{вх}}$ – поток материала в бункер; $Q_{\text{вых}}$ – выходной поток материала из бункера – питателя в дробилку; V – скорость полотна питателя; M – количество материала в бункере; M_{\min} – граница опустошения бункера; p_1 – потери от простоя автосамосвалов в очереди на разгрузку; p_2 – потери от холостой работы питателя, дробилки и отводящего конвейера.

Имитационная модель работы комплекса – программный модуль, разработанный на языке VBA в соответствии с блок-схемой рисунка 3. Моделирование производится на интервале времени, достаточном для обеспечения заданной точности. Расчеты в соответствии с блок-схемой были выполнены для условий карьера ЦГОКа и дробильно-перегрузочного комплекса ДПП-2000.

На рисунке 4 приведены полученные в результате вычислительного эксперимента зависимости $p_1(R)$, $p_2(R)$ и $J(R)$, в предположении, что интервал между машинами распределен по экспоненциальному закону, а производительность дробилки – по нормальному. Зависимость $J(R)$ имеет ярко выраженный экстремум – минимум, соответствующий оптимальному количеству самосвалов $R^*=10$.

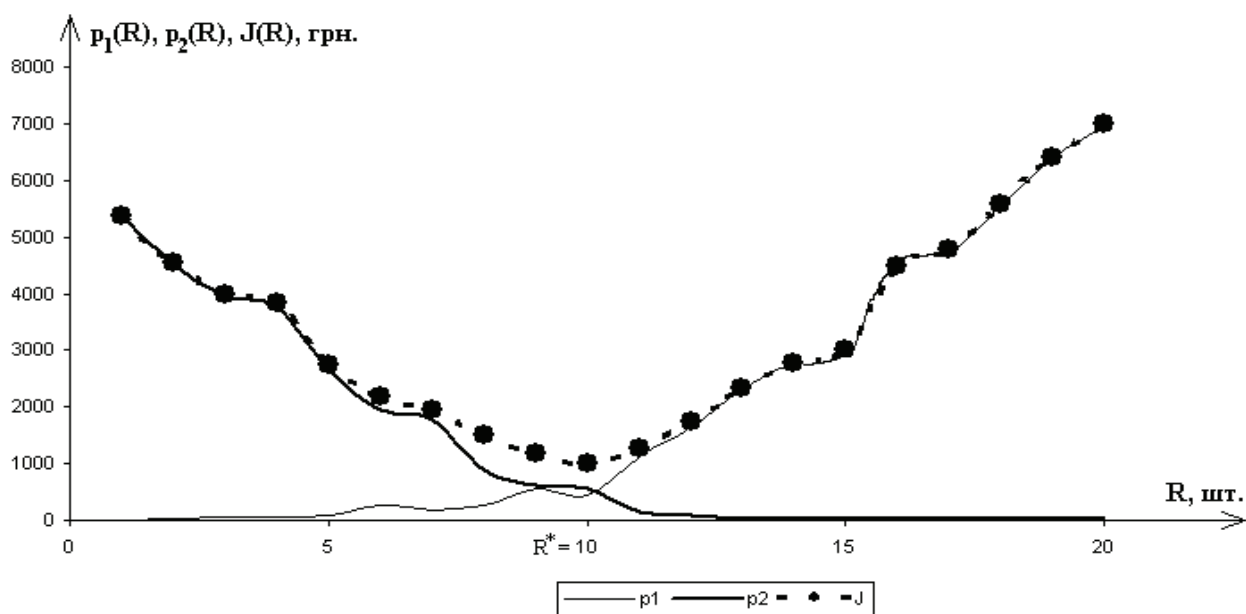


Рисунок 4 - График зависимостей $p_1(R)$, $p_2(R)$ и $J(R)$

Выводы

1. Оптимизация работы ДПК по критерию удельные эксплуатационные затраты сводится к задаче стохастического программирования. При этом параметром оптимизации является количество работающих машин на загрузке комплекса.

2. Поставленная оптимизационная задача может быть решена методом имитационного моделирования при произвольных (в том числе и заданных эмпирических) законах распределения случайных факторов: интервала между машинами и производительности дробилки.

3. Применение разработки для эксплуатационно–технических расчетов позволяет реализовать оперативное управление ДПК, сократить расходы на простой транспортного, дробильного и конвейерного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анистратов Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ - Москва: Недра – 1995 г.
2. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть II. Технология и комплексная механизация – Москва: Недра – 1985 г.
3. Томашевський В.Н. Імітаційне моделювання систем та процесів - Київ ІСДО, ВІПОЛ – 1994 г.

Получено 14.09.2006 г.