

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УГЛЕПОГРУЗОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ШАХТ

Д.А. Мирошниченко, Н.В. Клавдиенко

Донской государственный технический университет

В статье рассматривается проблема моделирования процесса функционирования углепогрузочных комплексов шахт с целью определения их оптимальных параметров. Предлагается использовать недетерминированную модель, в которой потоки рядового антрацита на поверхности шахт и порожних вагонов, подаваемых под погрузку, являются случайными и имеют сложную структуру. Отмечается, что решение задачи повышения экономической эффективности работы пунктов погрузки угля, характеризуемых этой моделью, возможно только с помощью метода математического моделирования производственных процессов, позволяющего одновременно учитывать в модели, детерминированные и случайные процессы. Приводятся результаты исследования объемов угля, поднимаемого на поверхность шахт за сутки, смену и час.

Ключевые слова: процесс функционирования углепогрузочных комплексов шахт, экономическая эффективность, структура потоков угля и порожних вагонов, математические модели детерминированная и недетерминированная, метод математического моделирования производственных процессов, нестационарный нормальный случайный процесс.

In article the problem of modeling of process of functioning of coal-loading complexes of mines for the purpose of determination of their optimum parameters is considered. It is offered to use nondeterministic model in which streams of ordinary anthracite on a surface of the mines and empty cars sent for loading are casual and have difficult structure. It is noted that the solution of a problem of increase of economic efficiency of work of points of loading of coal characterized by this model is possible only by means of a method of the mathematical modeling of productions allowing to consider at the same time in model the determined and casual processes. Are brought result of research of volumes of the coal lifted on a surface of mines per day, change and hour.

Key words: process of functioning of coal-loading complexes of mines, economic efficiency, structure of streams of coal and empty cars, the mathematical models determined and nederminirovanny, a method of mathematical modeling of productions, non-stationary normal casual process.

Тенденция сокращения добычи угля в РФ, установившаяся в последние десятилетия, прекращение деятельности ряда шахт, а также приватизация шахт и обогатительных фабрик остро ставят перед функционирующими угольными предприятиями задачу снижения затрат на добычу, обогащение, погрузку и транспортировку природного сырья. Успех в решении этой проблемы во многом определяется мерами по повышению экономической эффективности работы углепогрузочных комплексов шахт.

Сложность определения оптимальных параметров грузовых пунктов и внешнего транспорта угольных предприятий заключается в умении выбрать модель функционирования транспортно-складского комплекса, адекватно отражающую потоки

угля, поднимаемого на поверхность шахты, и вагонов, подаваемых под погрузку угля, имеющих случайный характер. В условиях неравномерности поступления антрацита и порожних вагонов для обеспечения стабильности работы грузовых пунктов на шахтах возводятся различные «буферные» устройства, являющиеся аварийным накопителем продукции, что приводит к росту затрат на отгрузку угля и снижению его качества.

Для определения оптимальных параметров оперативных и аварийных устройств углепогрузочных комплексов, емкости подач и интервалов прибытия групп вагонов под погрузку, а также длины станционных путей шахты могут использоваться следующие модели:

- детерминированная модель, в которой потоки угля, поднимаемого на поверхность, и порожних вагонов, поступающих под погрузку, рассматриваются как регулярные, а время обслуживания заявок постоянное;

- недетерминированная модель, основанная на использовании предположения, что входящие потоки угля и вагонов являются простейшими, система обслуживания однолинейная, без потерь, дисциплина обслуживания заявок без приоритета, а закон распределения времени обслуживания показательный;

- недетерминированная модель, в основе которой лежит гипотеза о сложной структуре потоков угля и вагонов и произвольном времени обслуживания заявок. Оптимизировать параметры погрузочных пунктов и внешнего транспорта шахт в тех случаях, когда используется первая или вторая модель, можно аналитическими методами. Однако подобные варианты функционирования погрузочно-складских комплексов шахт встречаются редко и могут рассматриваться как частные случаи. Третья модель наиболее полно отражает реальные потоки угля на поверхности шахт и вагонов, подаваемых на шахты под погрузку угля. Но для использования этой модели необходимо детальное изучение системы и протекающего в ней процесса, а для решения задачи оптимизации параметров углепогрузочных комплексов и внешнего транспорта шахт целесообразно применять метод математического моделирования производственных процессов, позволяющий учитывать в модели одновременно как детерминированные, так и случайные процессы.

Исследование параметров потоков рядового угля, поднимаемого на поверхность шахт, а также интервалов прибытия на шахты групп порожних вагонов и количества вагонов в подаче, выполненное для пяти угольных предприятий Донбасса различной мощности, подтвердило гипотезу о случайном характере процесса функционирования углепогрузочных комплексов. Неравномерность потоков угля и вагонов является результатом влияния на процесс добычи и отгрузки антрацита целого ряда трудно поддающихся прогнозированию факторов. Таких как, например, непрерывно изменяющиеся горногеологические и гидрогеологические условия, качество подготовительных работ, надежность горных и транспортных машин и механизмов, уровень организации работы внешнего транспорта, непредвиденные перерывы в движении поездов, недостаток подвижного состава и другие.

В процессе анализа статистических данных, о суточном объеме выдаваемого «на гора» угля эмпирические распределения объемов суточной добычи аппроксимировались нормальным распределением, а проверка соответствия эмпирических и теоретических распределений по критерию χ^2 - Пирсона показала их хорошую сходимость.

Дальнейшее исследование потоков угля на поверхности шахт проводилось в разрезе отдельных смен. Распределение объемов суточной добычи антрацита по сменам обычно планируется равномерным. Однако выполненный анализ сменных объемов добычи и подъема угля на поверхность в относительном выражении (в процентах от суточного объема) опроверг эту норму и показал значительные колебания сменных объемов выдачи угля «на гора». Было установлено, что отношение максимального сменного объема к среднему составляет 1.2 – 1.9. Объем поступления антрацита в дневные смены меньше, чем в остальные. В то же время расхождение относительных

сменных объемов подъема угля на поверхность за одну и ту же смену для различных шахт не превышает 2 – 3 %. Полученные результаты послужили основанием для рассмотрения гипотезы о принадлежности использованных случайных выборок сменных объемов добычи и подъема угля на поверхность к одной генеральной совокупности. Проверка наличия тождественности функций распределения объемов выдачи угля «на гора» за одинаковые смены для различных шахт, выполненная по критерию Вилькоксона, подтвердила предложенную гипотезу, что позволило рассматривать данные различных выборок относительных объемов поступления угля на грузовые пункты различных шахт за одинаковые добычные смены как совокупность значений одной случайной величины. Обработкой полученных совокупных выборок были определены законы распределения и их параметры для сменных объемов подъема антрацита на поверхность шахт. К проверке была принята гипотеза о нормальности распределения сменных объемов. При этом параметры теоретического распределения принимались равными среднему арифметическому и дисперсии, полученным на основе обработки данных совокупных выборок. Проверка соответствия эмпирических и теоретических распределений относительных сменных объемов поступления угля на погрузочные пункты шахт выполнялась по критерию χ^2 – Пирсона и показала достаточное согласие двух распределений для всех смен. Вычисленные параметры распределений оказались различными и поэтому был сделан вывод, что подача рядового угля на погрузочные пункты шахт является нестационарным нормальным случайным процессом. Известно, что случайная функция $X(t)$ характеризуется математическим ожиданием $M X(t)$, дисперсией $D X(t)$ или средним квадратическим отклонением $\sigma X(t)$ и корреляционной функцией $B X(t_k, t_l)$. Но т. к. сменные объемы подачи угля на грузовые пункты шахт могут считаться независимыми и некоррелированными величинами, для описания случайного процесса выдачи угля «на гора» достаточно знать две характеристики – математическое ожидание и дисперсию.

При моделировании процесса функционирования углепогрузочного комплекса шахты поток угля на поверхности необходимо исследовать не только в разрезе отдельных суток и смен, но и за каждый час смены. Анализ статистических данных случайных выборок об относительных (в процентах от сменной производительности) часовых объемах поступления угля на поверхность тех же пяти шахт, для которых было выполнено исследование суточных и сменных объемов, позволил сделать следующие выводы:

- поток угля внутри отдельных смен является случайным;
- подъем угля из шахты на поверхность в последние часы смен по сравнению с начальными существенно увеличивается;
- часовые объемы выдачи угля «на гора» имеют незначительное рассеивание;
- распределение объемов угля, поступающего на поверхность шахты в отдельные часы смен, не является нормальным;
- теснота связи между часовыми объемами подъема угля на поверхность является слабой, т. к. вычисленные значения коэффициентов корреляции для отдельных часовых сечений оказались незначительными – от 0.052 до 0.161. Полученные результаты исследования позволяют формировать поток антрацита, поступающего на углепогрузочные комплексы шахт в процессе моделирования их работы.

Литература

1. Таразанов И. Итоги работы угольной промышленности России за 2010 год // Уголь. – 2011. – №3. – С.37 – 45.
 2. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. – М.: Наука, 1985.
 3. Бусленко Н.М. Метод статистического моделирования. – М.: Статистика, 1970.
-

Денис Александрович Мирошниченко – кандидат экономических наук, региональный представитель ООО «Зана Рус» в Южном федеральном округе.

Denis Aleksandrovich Miroshnichenko – Candidate of Economic Sciences, the regional representative of JSC Zana Rus in the Southern Federal District.

Николай Васильевич Клавдиенко – кандидат технических наук, доцент, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры высшей геодезии и фотограмметрии Донского государственного технического университета.

Nikolay Vasilyevich Klavdiyenko – Candidate of Technical Sciences, the associate professor, the honored worker of the higher school of the Russian Federation, professor of department of the highest geodesy and a fotogrammetriya of the Don state technical university.

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1
Тел.: +7-989-710-40-20; e-mail: denismira@yandex.ru
