

7. Кузьменко А. О. Параметры пружных хвиль при взрывах розосереджених зарядів / А. О. Кузьменко // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія «Гірництво». – 2000. – вип. 3. – С. 45 – 51.

Статья поступила в редакцию 04.09.2014 г.

УДК 622.271.3

С. П. Пушкин, к.т.н., доцент (НТУУ «КПИ»)

ОПТИМИЗАЦИЯ СУТОЧНЫХ ОБЪЕМОВ ДОБЫЧИ УГЛЯ ПО ЗАБОЯМ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНО-СТРУКТУРНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

S. P. Pushkin (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

OPTIMIZATION OF DAILY COAL MINING IN THE CONDITIONS WITH COMPLEX STRUCTURE

Предложены математическая модель и алгоритм задачи, позволяющие оптимизировать суточные (сменные) объемы добычи угля по забоям в условиях сложноструктурных залежей.

Ключевые слова: математическая модель, алгоритм, забой, добыча.

Запропоновані математична модель та алгоритм задачі, що дозволяють оптимізувати добові (змінні) об'єми видобутку вугілля по забоям в умовах складноструктурних покладів.

Ключові слова: математична модель, алгоритм, забій, видобуток.

There are mathematical model and algorithm of the task with add to optimize daily (removable) coal mining in the conditions with complex structure.

Keywords: mathematical model, algorithm, schedule, mining, transport.

Вступление. При выполнении текущих планов добычных работ в условиях сложноструктурных угольных залежей неизбежны отклонения от предусмотренного планом графика в связи с отличиями горно-геологических условий от принятых при составлении месячных планов (зольность и теплотворная способность угля, объемы пород внутренней вскрыши и т.п.), из-за внеплановых простоев экскаваторов и других причин. Поэтому необходима корректировка сменных (суточных) объемов добычи угля по забоям, предусмотренных план-графиком добычных работ.

Цель работы – разработка математической модели и алгоритма решения задачи «Оптимизация суточных (сменных) объемов добычи угля по забоям».

Изложение основного материала исследования. При решении данной задачи необходимо учитывать следующие факторы: величину отклонения от

план-графика добычных работ для каждого из забоев; производительность экскаваторов на планируемые сутки (смену), зольность и теплотворную способность угля в забоях; запасы, зольность, теплотворную способность угля на складах УПК (усреднительно-погрузочных комплексах); задания по добыче угля на сутки (смену) в целом по разрезу.

Необходимо так спланировать работу забоев, чтобы выполнить задание по разрезу и свести к минимуму отклонения объемов добычи угля от плана-графика по отдельным забоям. При этом следует обеспечить выполнение требуемых качественных показателей угля в загружаемых складах УПК.

Данная задача тесно связана с задачей «Оптимизация суточных (сменных) объемов добычи угля по разрезу», в которой общий объем добычи определяется исходя из отклонений от плана-графика добычи по разрезу в целом и требований по объему отгрузки в составы МПС [1]. В данной задаче этот общий объем добычи распределяется между отдельными забоями с учетом качественных показателей угля в забоях и на складах, состояния экскаваторов в забоях, выполнения плана-графика добычи по каждому из забоев.

Для каждого забоя $i=1, \dots, N$ в результате решение задачи текущего планирования определено \bar{Y}_i^t – плановое значение суммарного объема добычи за первые t ($t=1, \dots, T$, где T – количество суток (смен) в данном планируемом периоде). Фактический же объем добычи за это время составляет Y_i^t .

Известна нормативная производительность b_i^t экскаваторов и средневзвешенная зольность A_i^t в i -ом забое за сутки t .

Запасы на загружаемых складах составляют Q_j^t при средневзвешенной зольности A_j^t , $j=1, \dots, m$, где m – количество загружаемых складов. Общий объем добычи по разрезу, определенный в результате решения задачи «Оптимизация суточных (сменных) объемов добычи угля по разрезу», составляет Y_t .

Основной целью решения задачи является определение вектора $Y^t = \{Y_1^t, \dots, Y_i^t, \dots, Y_N^t\}$, где Y_i^t – объем добычи в i -ом забое на сутки (смену) t , обеспечивающего минимум отклонений Y_i^t от \bar{Y}_i^t при требуемой средневзвешенной зольности угля в загружаемых складах и выполнении задания по разрезу.

Так как нежелательны отклонения от предусмотренных план-графиком объемов добычи по забоям, как в большую так и в меньшую сторону, то в количестве критерия оптимальности может быть использовано выражение

$$F = \sum_{i=1}^n (y_i^{t-1} + y_i^t - \bar{y}_i^t)^2 \rightarrow \min. \quad (1)$$

Условие получения требуемой средневзвешенной зольности угля в загружаемых складах имеет вид:

$$A_{\min} \leq \frac{\sum_{j=1}^m A_j^t \times Q_j^t + \sum_{i=1}^N A_i^t \times Y_i^t}{\sum_{j=1}^m Q_j^t + \sum_{i=1}^N Y_i^t} \leq A_{\max}, t = 1, \dots, T. \quad (2)$$

Так как суммарный объем добычи по забоям должен быть равным объему добычи по разрезу, то

$$\sum_{i=1}^N Y_i^t = Y_t, t=1, \dots, T \quad (3)$$

Кроме того, должно выполняться ограничение по производительности добычного оборудования:

$$0 \leq Y_i^t \leq \frac{\tau_i^t b_i^t}{1+K_{bi}^t}, i = 1, \dots, N; t=1, \dots, T, \text{ где:} \quad (4)$$

b_i^t – нормативная производительность экскаватора в i -ом забое; τ_i^t – продолжительность работы экскаватора в i -ом забое; K_{bi}^t – коэффициент внутренней вкрьши в i -ом забое; N – количество забоев.

Ограничение может быть представлено как два линейных относительно Y_i^t ограничения:

$$\sum_{i=1}^N (A_{max} - A_i^t) Y_i^t \geq \sum_{j=1}^m (A_j - A_{max}) Q_j^t, \quad t=1, \dots, T \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N (A_i^t - A_{min}) Y_i^t \geq \sum_{j=1}^m (A_{min} - A_j) Q_j^t.$$

После решения задачи и определения оптимальных объемов добычи Y_i^t по забоям потребное количество ДЛС n_i^t для i -ого забоя определяется по формуле

$$n_i^t = \frac{Y_i^t}{q}, \text{ где:} \quad (6)$$

q – грузоподъемность ДЛС, Т.

Модель относится к классу задач нелинейного программирования и представляет собой задачу минимизации квадратичной функции на многограннике. Для решения этой задачи могут быть использованы, например, методы допустимых направлений либо методы проекции градиента.

Блок-схема алгоритма задачи приведена на рис. 1.

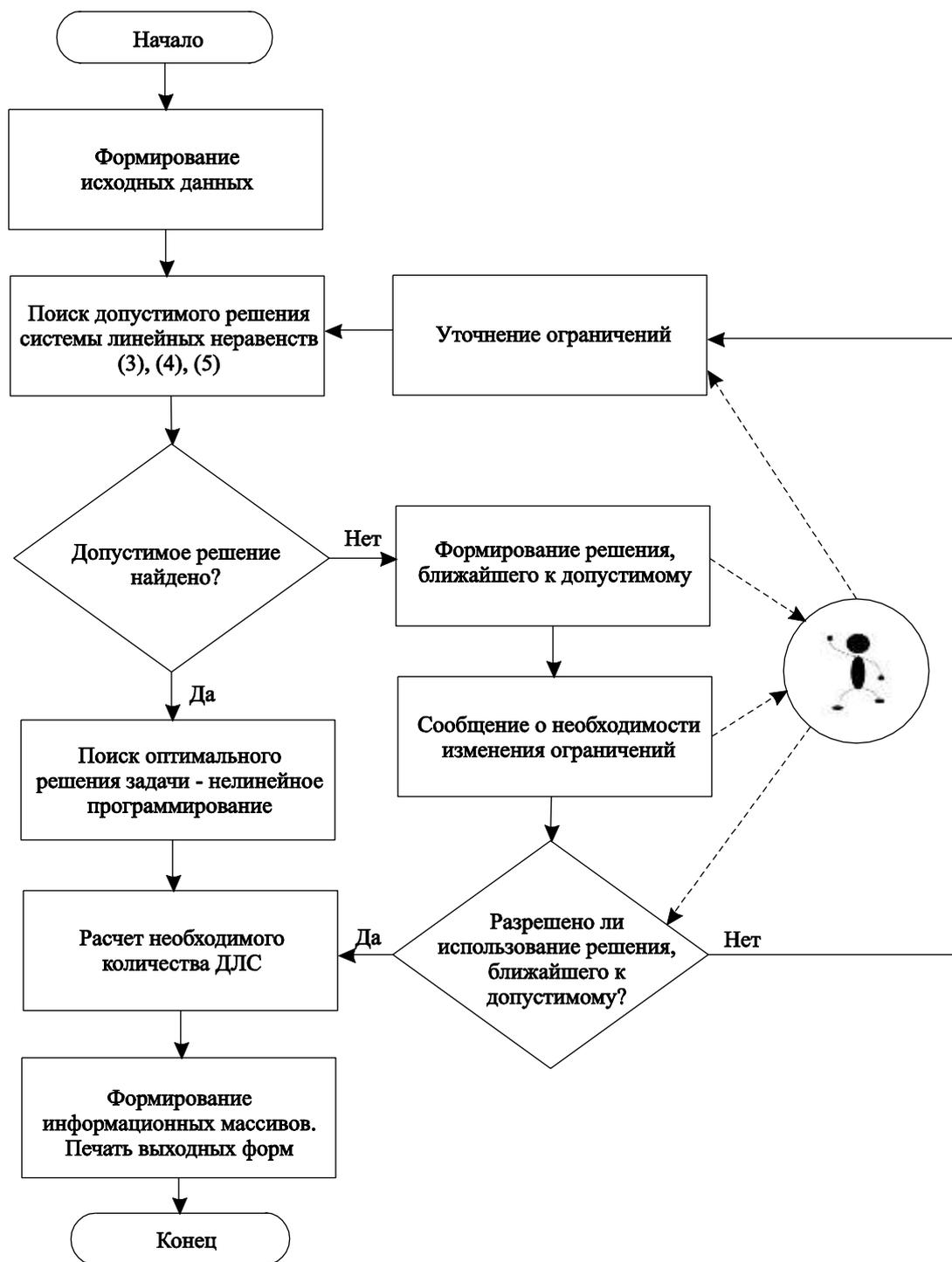


Рис. 1. Блок-схема алгоритма решения задачи «Оптимизация суточных (сменных) объемов добычи угля по забоям»

Возможна такая производственная ситуация, при которой оказывается невозможным имеющимися экскаваторами обеспечить требуемый объем добычи при заданной зольности угля. При этом система ограничений задачи является несовместимой, а задачи – не имеющими допустимых решений. В такой ситуации формируется решение, ближайшее к допустимому, и выдается

диспетчеру сообщением о необходимости изменения ограничений. Если диспетчер считает, что такое решение не может быть использовано в системе, производится уточнение ограничений и процесс поиска допустимого решения повторяется.

Внедрение рассмотренной задачи в составе АСУ добычными работами на разрезе «Богатырь» ПО «Экибастузуголь» обеспечило сокращение продолжительности простоев горнотранспортного оборудования на 30-35 % и снижение затрат добычи угля на 4-5 %.

Выводы

Разработана математическая модель задачи оптимизации суточных (сменных) объемов добычи угля по забоям, минимизирующая отклонение объемов добычи угля от план-графика по отдельным забоям, разработанного при месячном планировании, и учитывающая производительность эскаваторов, запасы и качественные показатели угля на складах УПК, выполнение требуемых количественных и качественных показателей по разрезу.

Список использованных источников

1. Пушкин С.П. Оптимизация добычи угля в условиях сложноструктурных залежей / Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво». – Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – вип. 24. – С.66-71.

Статья поступила в редакцию 11.11.2014 г.

УДК 622.235.5:622.271.2

Р. В. Соболевський, к. т. н., доц. (ЖДТУ)

ОПТИМІЗАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ ДЕКОРАТИВНОГО КАМЕНЮ

R. V. Sobolevskyi (Zhytomyr State Technological University)

OPTYMIZATSIIINE MODELIVANNIA TEKHOLOGII VYDOBUVANNIA DEKORATYVNOGO KAMENIU

Розглянуто і проаналізовано методику та алгоритм для забезпечення підвищення виходу блокової продукції та зниження втрат і відходів сировини при видобуванні декоративного каменю.

***Ключові слова:** блочна продукція, оптимізаційне моделювання, декоративний камінь, вихід блоків.*