УДК 622.271.3

С.И.ФОМИН
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РУДНЫХ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ СПРОСА НА МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Производительность карьера должна определяться с учетом спроса на рынке минерального сырья. Продолжительность отработки месторождения и непосредственно связанная с ней производительность карьера влияют на конкурентоспособность предприятия, на результаты обоснования инвестиций в строительство карьера, так как от этих показателей зависит себестоимость добычи. Спрос характеризует взаимосвязь между производительностью карьеров и ценой, и если спрос реагирует на изменение цены значительно, то он характеризуется как эластичный. Для определения оптимальной производительности карьеров с учетом спроса можно применить принцип предельности: для установления оптимума необходимо сравнить дополнительные издержки, возникающие при увеличении производительности с ценностью добываемой при этом дополнительно руды. Максимум чистой текущей стоимости руды, реализованной за весь срок отработки месторождения, достигается при равенстве относительного увеличения себестоимости и относительного увеличения дохода.

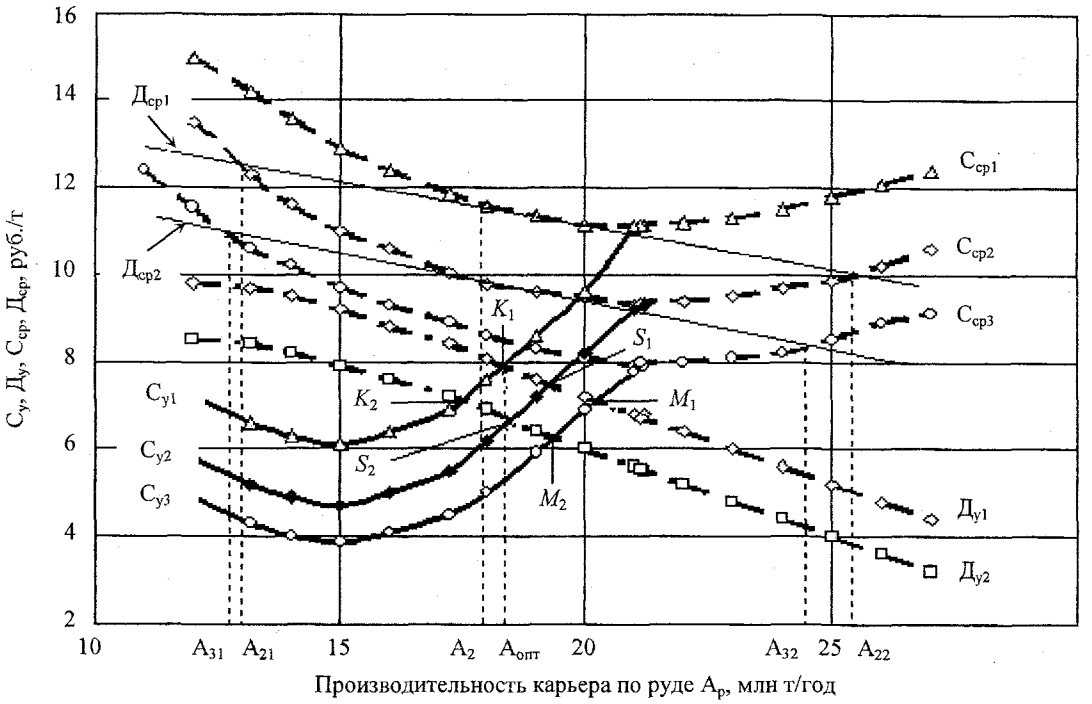
Opencast output determination takes into account ore market demand. When demand exceeds the supply, the degree of flexibility of supply is strictly limited in the short-term, since, as is the case in all capital-intensive industries, the industrialists always have a vested interest to operate to the maximum utilisation rate of existing capacity. This paper presents applying the net present value method, the net cash flows are discounted at a given interest rate and investments deducted from the sum of discounted net cash flows. The economic optimisation of opencast output closely related to the optimal life time of a mine.

Спрос характеризует взаимосвязь между производительностью карьеров и ценой на рынке минерального сырья. Когда реакция спроса на изменение цены незначительна или вообще не наблюдается, то можно говорить о неэластичном или жестком спросе, а если спрос реагирует на изменение цены значительно, то он характеризуется как эластичный. Эластичность спроса по цене показывает, на сколько процентов сокращается объем спроса на минеральное сырье, если цена последнего повышается на 1 %.

Для определения оптимальной производительности карьеров с учетом спроса на минеральное сырье можно применить принцип предельности. Принцип предельности гласит, что для установления оптимума необходимо сравнить дополнительные издержки, возникающие при увеличении производительности карьера с ценностью добываемой при этом дополнительно руды. В целом, доход от прироста получаемой ценности руды должен быть не менее дополнительных издержек от увеличения производительности*. Таким образом, предельные издержки – это величина, на которую должны увеличиться эксплуатационные затраты, чтобы производительность карьера возросла на единицу. Предельный доход – это величина, на которую изменяется совокупный доход в результате единичного увеличения производительности карьера по руде.

Как и в случае функции спроса, при рассмотрении функции производительности можно описать реакцию предлагаемых объемов добычи на изменения воздействующих факторов, используя принцип эластичности. Функция производительности является эластичной, если объем добываемой в карьере руды изменяется в процентном выражении сильнее, чем рыночная цена. Неэластичной является функция производительности, при которой объем добываемой в карьере руды в

* *Фомин С.И.* Производительность карьеров и спрос на минеральное сырье. СПб: Тема, 1999.



Зависимость себестоимости добычи руды от производительности карьера при разных содержаниях полезного компонента в руде

процентном отношении изменяется меньше, чем рыночная цена. Возрастание интенсивности отработки месторождения за счет увеличения производительности карьера и сокращения срока эксплуатации месторождения, приводит к снижению себестоимости полезного ископаемого в том случае, если экономия от увеличения производительности карьера по полезному ископаемому превышает увеличение себестоимости на величину недоамортизации*.

Под эластичностью кривой спроса следует понимать отношение процентного изменения объема реализации добываемой руды к процентному изменению рыночной цены на руду. Эластичность кривой спроса графически характеризуется углом наклона кривой спроса. Относительное изменение себестоимости $С_у$ – это отношение разницы годовых эксплуатационных затрат к разнице годовых производительностей карьера по руде:

$$С_у = \frac{\Delta(С_i А_i)}{\Delta А_i},$$

где $С_i$ – себестоимость добычи руды с учетом погашения вскрыши; $А_i$ – годовая производительность карьера по руде.

Относительное изменение дохода от реализации 1 т руды – это отношение разницы годовых доходов от реализации руды к разнице годовых производительностей карьера по руде:

$$Д_у = \frac{\Delta(Ц_i А_i)}{\Delta А_i},$$

где $Ц_i$ – цена 1 т руды при реализации соответствующего ее объема на рынке минерального сырья.

Для рынков минерального сырья наиболее характерной является ситуация, характеризующаяся понижающейся кривой спроса при расширении рынка. Максимум чистой текущей стоимости руды (NPV), реализованной за весь срок отработки месторождения, может быть достигнут при равенстве относительного увеличения себестоимости и относительного увеличения дохода. Представленные на рисунке графики зависимости себестоимости конечной продукции горно-добывающего предприятия и дохода его реализации от производительности

* *Салманов О.Н.* Об оптимальных сроках отработки месторождений в условиях рыночной модели экономики // Горный журнал, 1993. № 6.

карьера по руде позволяют проанализировать влияние изменения спроса на производительность карьеров.

При величине первоначального спроса, соответствующего прямой $Д_{ср1}$ – среднего дохода от реализации руды, отработка карьера при среднем содержании полезного компонента в руде $\alpha_{ср1} = 25$ %, будет рентабельна только при годовой производительности по руде $A_1 = 17{,}7$ млн т/год (точка пересечения прямой среднего дохода $Д_{ср1}$ и кривой средней себестоимости $С_{ср1}$). Отработка второго карьера, со средним содержанием полезного компонента в руде $\alpha_{ср2} = 28$ %, рентабельна при производительности в пределах $A_{21} = 13{,}2$ млн т/год и $A_{22} = 25{,}8$ млн т/год – точки пересечения прямой среднего дохода $Д_{ср1}$ и кривой средней себестоимости $С_{ср2}$. Отработка третьего карьера будет рентабельной с еще более расширяющимися границами значений производительности (точки пересечения прямой среднего дохода $Д_{ср1}$ и кривой средней себестоимости $С_{ср3}$). Для рассматриваемых карьеров оптимальная производительность по руде будет соответствовать точкам пересечения кривых относительного изменения дохода $Д_{уi}$ и относительного изменения себестоимости $С_{уi}$ (точки K, S, M).

Понижение спроса на рынке минерального сырья приведет к уменьшению оптимальной производительности карьеров в соответствии со сдвигом относительного увеличения дохода $Д_{у2}$, и переместится из точки K_1 в точку K_2 по кривой $С_{у1}$ (для первого карьера), из точки S_1 в точку S_2 по кривой $С_{у2}$ (для второго карьера) и из точки M_1 в точку M_2, по кривой относительного увеличения себестоимости $С_{у3}$ (для третьего карьера). Следовательно, определяемое сдвигом кривой спроса и ее эластичностью, снижение спроса на руду приведет к сокращению диапазона возможной производительности карьера с точки зрения рентабельности разработки месторождения, а также вынудит интенсифицировать разработку месторождения.

Как показал анализ работы карьеров-аналогов, оптимальный срок отработки рудных месторождений открытым способом, по критериям максимум NPV и минимум экономического риска, составляет 18-20 лет.