Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLIII, вып. 1, 1960 г.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Д. Ф. Борисов

«Наименьшая себестоимость угля не гарантирует наибольшей доходности предприятия».

Б. И. Бокий

В настоящее время, когда советская угольная промышленность вступила в новую фазу развития, базирующегося на строительстве новых крупных шахт и увеличении мощности действующих шахт, определенный интерес представляет рассмотрение с точки зрения истории развития нашей угольной промышленности существующих теоретических воззрений на методику определения производственной мощности шахт.

К началу первой пятилетки была известна лишь методика определения мощности шахт Донбасса, теоретически разработанная Б. И. Бокием и базирующаяся на максимальной доходности предприятия, определяемой по разнице между себестоимостью и продажной отпускной ценой, с учетом существовавших в дореволюционной угольной промышленности нормативов прибыли.

При проектировании шахт первой пятилетки производственную мощность шахт выбирали исходя из минимальной средней себестоимости. Это направление получило наибольшее распространение, и его придерживается и в настоящее время большинство исследователей (Л. Д. Шевяков, М. И. Агошков, П. З. Звягин и другие). При этом в горнотехнической литературе имеется тенденция считать не только методику, но и идеи Б. И. Бокия, положенные в определение мощности шахт, соответствующими только капиталистической практике и непригодными для условий социалистической системы.

Между тем последняя точка зрения по существу неправильна и основана, по нашему мнению, на непонятном недоразумении, вызванном недостаточным анализом принятой Б. И. Бокием методики.

Как известно, Б. И. Бокий выбор производственной мощности шахты строил на работе дореволюционного Донбасса, когда себестоимость угля крупных шахт была выше, чем мелких, и вывел аналитически статистическую зависимость между производственной мощностью шахты, эксплуатационными расходами на тонну добываемого угля и потребными капиталовложениями. Предугадывая положительное значение внедрения механизации, он предусматривал возможность сохранения эксплуатационых затрат постоянными, не зависящими от производственной мощности шахты и даже уменьшающимися, что соответствует условиям настоящего времени.

В общем виде зависимость эксплуатационных расходов ($C_э$) от годовой производственной мощности (A, млн. m) по Б. И. Бокию может быть выражена при переходе от пудов к тоннам в ценах 1913 г в виде

$$C_э = 2{,}75 + \alpha A, \ руб/m, \tag{1}$$

где для условий дореволюционного Донбасса $\alpha = 1{,}8$; при постоянных эксплуатационных затратах $\alpha = 0$ и при уменьшающихся затратах $\alpha = 1{,}8$.

Исходя из статистических данных, зависимость капиталовложений от производственной мощности Б. И. Бокий выражал уравнением

$$K = 3{,}02 + 18A, \ руб/m. \tag{2}$$

Если ориентироваться на принятый в настоящее время в проектах угольной промышленности порядок амортизации, то затраты на тонну запасов могут быть выражены в виде формулы

$$C_а = \frac{3{,}02}{T} + \frac{18A}{T}, \tag{3а}$$

или

$$C_а = \frac{3.02}{Z} A + \frac{18A^2}{Z}, \tag{3б}$$

где T — срок службы шахты (лет); Z — промышленные запасы (млн. m).

Тогда полная себестоимость угля

$$C_Σ = C_э + C_а = 2{,}75 + \alpha A + \frac{3{,}02}{T} + \frac{18A}{T}, \tag{4а}$$

или

$$C_Σ = C_а + C_э = 2{,}75 + \alpha A + \frac{3{,}02A}{Z} + \frac{18A^2}{Z} \tag{4б}$$

Эти формулы при постоянных и возрастающих эксплуатационных расходах ($\alpha = 0$; $\alpha = +1{,}8$) не имеют минимума и показывают, что наиболее дешевый уголь давали мелкие шахты. При уменьшающихся эксплуатационных расходах ($\alpha = -1{,}8$) уравнения (4а, 4б) имеют минимум, который отвечает примерно двадцатилетнему сроку службы.

Погашение капитальных затрат по сложным процентам в корне меняет эти выводы. При постоянных запасах амортизация капиталовложений и себестоимость угля мелких шахт с большим сроком службы становятся выше, чем крупных, и можно найти оптимальную производственную мощность шахт, обеспечивающую максимальную доходность.

При простом погашении капитальных затрат шахты с минимальной средней себестоимостью одновременно являются и максимально рентабельными. В результате этого при определении производственной мощности шахт совершенно перестали интересоваться их доходностью, зависящей от разницы между себестоимостью и продажной ценой.

Как видно из вышеизложенного, отличие в методике подсчета себестоимости, принятой Б. И. Бокием и существующей в настоящее время, заключается в погашении капиталовложений простым делением на запасы (общепринятая методика в настоящее время) или с учетом сложных процентов за срок службы шахты.

Принципиальное же отличие идей, положенных в определение производственной мощности шахты, заключается в том, что Б. И. Бокий исходил из максимальной доходности, полученной по сравнению с продажной (отпускной) ценой (рассчитанной по теплотворной способности), а в настоящее время считают, что экономическая эффективность шахты зависит только от себестоимости, и при выборе мощности шахт вопросы рентабельности исключают из рассмотрения.

Фактически к безоговорочному отказу даже от методики расчетов себестоимости, предложенной Б. И. Бокием, не было достаточных оснований. Доказательством этому служит то, что принятый в проектах угольной промышленности порядок погашения капитальных затрат (без учета времени их вложения) не является бесспорным.

Общеизвестно, что в основу утвержденных в 1946 г., почти через 30 лет после Великой Октябрьской социалистической революции, «Технических условий проектирования железных дорог» положено приведение капиталовложений к одному периоду по так называемому коэффициенту отдаленности, исчисляемому по закону сложных процентов.

На необходимость оценки капиталовложений в зависимости от времени их вложений еще в 1946 г. указывал С. Г Струмилин [4].

Кроме того, доказательством отсутствия определенного установившегося мнения по этому вопросу служит и дискуссия, поднятая по этому вопросу журналом «Вопросы экономики» в 1947 г., которая, как известно, не привела к определенному результату. В экономической литературе неоднократно отмечалась невозможность вообще правильной оценки эффективности шахты без учета получаемых за время эксплуатации накоплений и сопоставления себестоимости продукции шахты со средними или лучшими показателями действующих предприятий или отпускными ценами [4, стр. 231], установленными с учетом качества угля.

Большое значение качества полезного ископаемого при определении рентабельности предприятий отмечает С. Г Струмилин в своей статье «К оценке даровых благ природы» [5], к которым он относил запасы полезных ископаемых в недрах. Поэтому при определении производственной мощности шахт следует и в настоящее время подходить не только с точки зрения минимальной средней себестоимости, но и сопоставлять ее со средней себестоимостью угля в районе и отпускной ценой.

Это, по нашему мнению, показывает голословность существующего представления о непригодности идей, заложенных Б. И. Бокием в методику определения производственной мощности шахт в современных условиях. Однако их приложение в настоящее время должно получить совершенно иное, свойственное нашей эпохе, значение: вместо максимальной прибыли отдельного предпринимателя-капиталиста в основу должна быть положена доходность не одной шахты, а народного хозяйства в целом, и рентабельность шахты при наличии действующих предприятий, потребляющих дальнепривозной уголь или другие, более дорогие виды топлива, должна рассматриваться не только за время эксплуатации шахты, но и с учетом времени ее строительства и периода освоения ее производственной мощности.

Мы не считаем себя компетентными в разрешении вопросов, связанных с учетом фактора времени при погашении капиталовложений, поэтому в настоящей работе, сохранив принятую в проектах угольных шахт методику расчета амортизации, постараемся показать, что недоучет рентабельности при выборе производственной мощности шахт независимо от методики погашения капиталовложений может значи-

тельно повлиять на результат и в отдельных случаях привести к неправильным выводам.

Как известно, до последнего времени (у нас и за рубежом) сроки строительства и освоения крупных шахт были больше, чем мелких.

В отдельных работах при определении средней себестоимости учитывались сроки освоения (М. И. Агошков, П. З. Звягин), но экономическая оценка сроков строительства и освоения шахт в зависимости от их географического положения и целевого назначения совсем не производилась.

Закладка угольных шахт до последнего времени в связи с дефицитом топлива в первую очередь преследовала увеличение объема угледобычи, и рентабельность закладываемых шахт имела пониженное значение. Общеизвестно, что экономическая эффективность заложенных в Донбассе и Кузбассе в 1955 г. мелких шахт была значительно ниже, чем действующих, и их себестоимость в отдельных случаях значительно превышала установленную отпускную цену (закладка этих шахт была рентабельна лишь с точки зрения замены других видов топлива, например дров).

При дальнейшем развитии угольной промышленности неизбежно возникает вопрос о закладке новых шахт и реконструкции старых с целью вытеснения малорентабельных действующих шахт и тем самым повышения эффективности угольной промышленности в целом. В этих случаях чем длительнее будут сроки строительства и освоения новых шахт, тем дольше дорогие виды топлива будут использоваться потребителями и тем больший ущерб это принесет народному хозяйству С этим положением в еще более ярком виде приходится встречаться в период освоения новых отдаленных районов, особенно при наличии вблизи них готовых потребителей, которые до ввода в эксплуатацию шахт пользуются привозным углем, стоимость последнего резко возрастает за счет дальних перевозок. Примером этого могут служить угольные месторождения Крайнего Севера, предназначенные для снабжения потребителей Северного морского пути.

Подобное положение было и в начале освоения Печорского бассейна, особенно до окончания железнодорожной магистрали (1941 г.); когда уголь для районных энергообъектов доставлялся в объезд через Архангельск, по Ледовитому океану и по рекам Печора, Уса и Воркута. В этих случаях сроки ввода шахты играют решающую роль и экономическая эффективность закладки шахт той или иной производственной мощности зависит не столько от себестоимости угля, сколько от рентабельности работы промышленности района в целом, т. е. от сравнения избыточных расходов — на завоз дальнепривозного топлива за время строительства и освоения с экономией, получаемой в дальнейшем в процессе эксплуатации новой шахты.

Методика выбора оптимальной производственной мощности шахт, закладываемых для замены малорентабельных, будет, очевидно, аналогична выбору ее в условиях освоения новых районов.

Следует иметь в виду, что с ростом техники строительно-проходческих работ сроки строительства крупных шахт резко сокращаются и приближаются к срокам строительства и освоения мелких шахт и поэтому их влияние на рентабельность уменьшается и в конце концов может сойти на нет.

Рассмотрим влияние сроков строительства и освоения на основании простых элементарных рассуждений, используя при этом опубликованные данные.

Поскольку наша задача имеет целью не выбор оптимальной производственной мощности шахт для какого-нибудь конкретного района, а чисто теоретическое рассмотрение вопроса, условно используем данные о сроках строительства шахт за период 1938—1940 гг. [2, стр. 75, табл. 1].

Средняя продолжительность строительства шахт

Производственная мощность шахт в год, тыс. m	Средняя продолжительность строительства, мес.
До 100	14
100—200	21
201—300	22
301—500	56
501—1000	87
Свыше 1000	103

Промежуточные данные этой таблицы могут быть получены из формулы

$$T_c = 0{,}12(A - 150) + 20 \text{ мес.},$$

или

$$T_c = 0{,}01(A - 150) + 1{,}7 \text{ лет}.$$

Эта формула неточна, так как дает завышенное (на 50%) значение срока службы шахт производственной мощности 250 тыс. m в год, но для мощностей свыше 300 тыс. m и выше расхождение не превосходит 5%. Для нашей задачи эти отступления не имеют особого значения, так как вопросы установления взаимосвязи между сроками строительства и освоения производственной мощности шахты далеко выходят за пределы нашей статьи и так как в рассматриваемых примерах мы будем по возможности использовать готовые цифры.

Для определения сроков освоения шахт Донбасса различной производственной мощности П. З. Звягиным [3] предложена формула $T_0 = 0{,}01A$ (T_0 — время, год).

Применение этой формулы для новых районов, где освоение мощностей из-за отсутствия местных горняцких кадров будет достаточно сложным, вполне допустимо.

Представим себе, что в каком-то районе себестоимость угля с учетом транспортных расходов в пересчете на условное топливо или одинаковую калорийность с ожидаемым углем новой шахты равняется a рублей. Тогда расход на потребление привозного топлива за время T_c' строительства шахт производственной мощностью A_1 тыс. m в год составит $aT_c'A_1$ рублей.

Себестоимость угля в период освоения C_0 будет выше, чем во время нормальной эксплуатации.

Если считать, что нарастание добычи будет идти по закону прямой линии и шахта начнет эксплуатацию с добычи, равной 20% от проектной, то средняя годовая добыча за время освоения составит $0{,}6\,A_1$.

Произведенные за время освоения затраты на дополнительный завоз и повышенную себестоимость добытого за это время угля составят для шахты с годовой добычей A_1

$$0{,}4aT_0'A_1 + 0{,}6T_0'A_1C_0.$$

Тогда эти затраты за время строительства и освоения шахты с годовой добычей A_1 (при равном ей потреблении) составят в сумме

$$aT_c'A_1 + 0{,}4aT_0'A_1 + 0{,}6T_0'A_1C_0 = A_1[a(T_c' + 0{,}4T_0') + 0{,}6T'C_0].$$

При закладке вместо одной шахты производственной мощностью A_1 нескольких более мелких шахт A_2 со сроками освоения и строительства T_0'' и T_c'' эти расходы уменьшатся, а нормальная себестоимость угля повысится ($C_1 < C_2$).

Разница между избыточными затратами во время строительства и освоения, отнесенная к тонне добычи, составит

$$a\,[T_c' - T_c'' + 0{,}4\,(T_0' \quad T_0'')] + 0{,}6\,(C_0'T_0' - C_0''T_0'').$$

Через определенный период времени (t лет) этот перерасход будет компенсирован более дешевым углем крупной шахты.

Этот срок t в сопоставлении со сроком службы шахты и будет служить показателем целесообразности закладки шахт той или другой производственной мощности. Его можно найти по формуле

$$t = \frac{a\,[T_c' - T_c'' + 0{,}4\,(T_0' - T_0'')] + 0{,}6\,(C_0'T_0' - C_0''T_0'')}{C_2 - C_1} \qquad (5а)$$

Обозначив $T_0' - T_0''$ и $T_c' - T_c''$ через ΔT_0 и ΔT_c, а $C_2 - C_1$ через ΔC, получим

$$t = \frac{a\,(\Delta T_c + 0{,}4\Delta T_0) + 0\,6\,(C_0'T_0' - C_0''T_0'')}{\Delta C} \qquad (5б)$$

Если ограничиться только сроками строительства, то

$$t = \frac{a\Delta T_c}{\Delta C} \qquad (6)$$

Для примера сравним рентабельность шахт производственной мощностью 200 и 800 тыс. m в год, приняв по таблице и формуле П. З. Звягина срок строительства шахты 200 тыс. m в 21 мес., а шахты 800 тыс. m в 87 мес. и сроки освоения соответственно 2 года и 8 лет.

Эксплуатационная себестоимость [2, табл. 8] для Донбасса соответственно равна (округленно) 125 и 80 руб. и во время освоения для добычи, сниженной на 40%, примерно на 25% выше (156 и 100 руб.).

Тогда при себестоимости дальнепривозного угля (с транспортными расходами) в 200 и 175 руб.

$$t = \frac{200\,[(7{,}25 - 1{,}74) + 0{,}4\,(8 - 2)] - 0{,}6\,(100 \cdot 8 - 156 \quad 2)}{125 - 80} = 30 \text{ лет};$$

$$t = \frac{175\,[(7{,}25 - 1{,}74) + 0{,}4\,(8 - 2)] - 0{,}6\,(100 \cdot 8 - 156 \cdot 2)}{125 - 80} = 25 \text{ лет}.$$

Если учитывать только время строительства, то по формуле (6) получим

$$t = \frac{200\,(7{,}25 - 1.74)}{125 - 80} = 24 \text{ года};$$

$$t = \frac{175\,(7{,}25 - 1{,}74)}{125 - 80} = 21 \text{ год}.$$

Это показывает, что в принятых условиях (отдаленный район, темпы строительства 1939 г.) закладка шахты производственной мощностью в 800 тыс. m оказывается менее эффективной, чем нескольких более мелких шахт (себестоимость угля которых на 56% выше), так как возврат избыточных затрат на завоз дальнепривозного топлива наступает лишь к моменту ликвидации мелких шахт (через 20—30 лет).

Значение сроков строительства при выборе оптимальной производственной мощности шахт отдаленных районов еще более показательно, если подойти к этому вопросу с точки зрения эффективности капиталовложений, которая при выборе между вариантами с различными удельными капиталовложениями ($K_1 > K_2$) и себестоимостью ($C_1 < C_2$), как известно, определяется путем сопоставления сроков окупаемости с нормативными сроками $t_{о.н}$ (для угольной промышленности 5—7 лет) по формуле

$$t_0 = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} \leqslant t_{о.н}.$$

В рассматриваемом случае формулу надлежит несколько изменить, оставив числитель неизменным, в знаменателе (вместо разницы в себестоимости) подставить разницу между отпускной ценой дальнепривозного угля (или другого вида топлива) и себестоимостью угля мелкой шахты и сопоставить результат не только с нормативным сроком окупаемости, но и со сроком строительства шахт

$$t = \frac{K_1 - K_2}{a - C_2} \leqslant \Delta T_c \leqslant t_0^н.$$

Удельные капиталовложения для шахт производительностью 200 и 800 тыс. *т* в год соответственно равны 300 и 277 руб. [2, табл. 9]. При ранее принятых значениях стоимости дальнепривозного топлива и себестоимости угля вновь закладываемых мелких шахт избыточные капиталовложения мелких шахт окупятся в течение одного-двух лет.

Приведенные соображения и расчеты позволяют сделать следующие выводы.

1. Выбор производственной мощности шахты является сложной народно-хозяйственной задачей, разрешение которой связано с определением доходности шахты, устанавливаемой с учетом условий развития района и оценкой экономического эффекта, связанного с включением в топливный баланс угля вновь закладываемой шахты.

2. Производственная мощность шахты с минимальной себестоимостью обеспечивает максимальную доходность с точки зрения народного хозяйства только в случае закладки шахты для обеспечения топливом одновременно строящихся потребителей, а также при условии незначительной разницы в сроках строительства и освоения шахт различной мощности, т. е. при соответствующем уровне развития техники и организации шахтного строительства, и поэтому определение производственной мощности по минимальной себестоимости является частным случаем общей задачи.

3. В настоящее время, когда имеется тенденция к резкому сокращению сроков строительства и освоения шахт, значения производственных мощностей, обеспечивающих минимальную себестоимость, сближаются с мощностями шахт максимальной рентабельности, что подтверждает целесообразность с точки зрения народного хозяйства закладки более крупных шахт.

4. Игнорирование при выборе производственной мощности шахт их рентабельности (определяемой из условий обеспечения углем потребителей в период строительства и освоения) в отдельных случаях и в настоящее время может привести к неправильным выводам (освоение отдаленных районов и др.).

5. При выборе производственной мощности шахт во вновь осваиваемых отдаленных угольных районах следует ориентироваться не на шахту минимальной себестоимости, а на шахты, обеспечивающие максимальную экономическую эффективность топливопотребления района

с учетом использования привозного топлива (или местного топлива другого вида) и практически достижимых в данных условиях сроков строительства и освоения шахт.

6. При закладке новых шахт, предназначенных для замены нерентабельных, крупные шахты с минимальной себестоимостью угля в ряде случаев с точки зрения народного хозяйства могут также оказаться менее рентабельными, чем шахты с меньшей производственной мощностью, но с более короткими сроками строительства и освоения.

7. Для определения эффективности закладки шахт различной производственной мощности во вновь осваиваемых отдаленных районах можно воспользоваться предложенной методикой установления сроков возмещения избыточных затрат, связанных с использованием потребителями более дорогих видов топлива [формулы (5), (6), (7)].

Правильность наших выводов подтверждается историей развития угольной промышленности СССР, рост которой происходил за счет строительства шахт постепенно (с прогрессом техники) увеличивающейся производственной мощности; при этом в отдельные периоды для быстрого повышения добычи и обеспечения растущих потребностей промышленности и замены дорогостоящих видов топлива (дрова, торф) приходилось прибегать к закладке более мелких шахт с менее благоприятными показателями.

Кроме того, освоение новых и отдаленных районов также всегда начиналось со сравнительно мелких шахт (Кизел, Карагапда, Челябинск, Воркута и др.).

Несвоевременное увлечение крупными шахтами (с минимальной себестоимостью), вызвавшее задержку в развитии угольной промышленности, так называемая «гигантомания», было в свое время осуждено XVIII партийным съездом, давшим указания для увеличения добычи угля «сооружать, главным образом, шахты средней и небольшой мощности, всемерно сокращая и ускоряя сроки строительства».

Между тем теоретические исследования, ориентирующиеся только на обеспечение минимальной (средней) себестоимости, уже в 1930 г. доказывали целесообразность строительства только очень крупных не только по тому времени, но даже и по современным масштабам шахт.

Такое несоответствие между опытом развития угольной промышленности и теоретическими выводами можно в значительной степени объяснить игнорированием при разрешении принципиальных вопросов горного дела доходности предприятия и рассмотрением их с узко горной точки зрения, без учета интересов народного хозяйства в целом и, в частности, без учета расходов потребителей.

В настоящее время в связи с прогрессом горностроительной техники, обеспечивающей высокие темпы строительства шахт, недоучет избыточных расходов во время строительства и освоения в условиях Советского Союза имеет очень ограниченное значение. Однако это не значит, что наши выводы не смогут найти практического применения. Кроме освоения новых районов Союза, определенную значимость наших выводов и в настоящее время подтверждает намеченный план развития угольной промышленности Китайской Народной Республики, предусматривающий резкий подъем, «скачок» угледобычи, который наряду со строительством крупных шахт обеспечивается и большим количеством мелких шахт.

В условиях отдельных районов КНР при недостаточном развитии транспорта такие шахты на данном этапе развития народного хозяйства на определенный период являются максимально рентабельными, несмотря на свойственные мелким шахтам менее благоприятные показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокий Б. И. Аналитический курс горного искусства. Госиздат, 1922.
2. Угольная промышленность СССР. К сорокалетию Великой Октябрьской социалистической революции. Углетехиздат, 1957.
3 Звягин П. З. Об экономическом обосновании нормативов годовой производительности и сроков службы угольных шахт. «Уголь», 1957, № 12.
4. Струмилин С. Г. Фактор времени в проектировании капиталовложений. Известия АН СССР, отделение экономики и права, 1946, № 3.
5. Струмилин С. Г К оценке даровых благ природы. «Промышленно-экономическая газета», № 42 ст 7/IV 1957 г.