

## **К КОМПЛЕКСНОМУ УЧЕТУ ФАКТОРОВ УЧАСТКОВОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ**

У статті проаналізовані основні підходи до визначення виробничих витрат при розробці тонких пологих пластів вугілля комплексами нового покоління. Розглянута залежність собівартості видобутку вугілля при різних параметрах розробки тонких пологих пластів вугілля

## **TO COMPLEX ACCOUNT OF FACTORS OF DISTRICT PRIME PRICE OF MINING**

In the article the basic going is analysed near determination of productive charges at working off the thin declivous layers of coal by the complexes of new generation. Dependence of prime mining price is considered at the different parameters of working off the thin declivous layers of coal

На долю тонких и весьма тонких пологих пластов угля из разведанных в Украине запасов приходится 70-75%, а более 80% угля добывается из комплексно-механизированных лав, что указано в работах [1, 2]. Условия, в которых работают комплексы машин, сложные и весьма сложные. Стоимость комплексов машин нового поколения, например МКД-90, МДТ находится в диапазоне 60-65 млн.грн.; зарубежные аналоги, такие как DBT, «Глиник», «Острой» - стоят около 100 млн.грн. (данные получены на конец 2 полугодия 2010г.). Для нормального функционирования шахт необходимы дотации государства, но сейчас они минимальны или их нет вообще. В таких условиях не может быть и речи о конкурентоспособности добываемого угля, т.к. себестоимость 1т рядового угля на некоторых шахтах доходит до 1000 грн. В таких условиях его выгоднее завозить из России или Польши из-за того, что они продают его по меньшей цене. Но такая ситуация будет складываться до тех пор, пока в Украине не закроются все или почти все шахты. Тогда импортеры сразу увеличат цены в несколько раз. В таких условиях важнейшей задачей является поддержание и развитие угольной промышленности в нашей стране.

За рубежом данной проблемой занимаются серьезно, что свидетельствуют статьи в периодической специализированной литературе. В Украине существует множество методик по определению участковой себестоимости, но общепринятая для всех шахт – отсутствует.

Необходимо комплексно оценить эффективность технико-экономических предложений по совершенствованию технологий добычи угля. Что позволит наглядно рассчитать оптимальные величины следующих основных показателей: оптимальная длина лавы, минимальная участковая себестоимость, экономическая привлекательность для инвесторов. Показать на конкретных примерах и обобщить существующие подходы к комплексному определению оптимальных технико-экономических показателей работы угольной шахты, определить величины производственных затрат при различных мощностях вынимаемого угольного пласта и нагрузках на комплексную механизированную лаву.

Производственная себестоимость включает следующие основные статьи. Это затраты: на оплату труда, амортизацию основных фондов, на покупку топлива и электроэнергии, покупку материалов, услуги производственного характера.

При разработке тонких пологих пластов угля в шахтах МУП ориентировочные соотношения между указанными статьями расходов следующие затраты на: оплату труда – 24%, отчисления на социальные мероприятия – 20%, амортизацию основных фондов – 14%, расходы на покупку топлива и электроэнергии – 14%, на покупку вспомогательных материалов – 13%, затраты на услуги производственного характера – 10%, прочие и другие расходы – 5%.

Постановка задачи. Даны необходимые и достаточные сведения о горно-геологических, горно-технических, технико-экономических и других характеристиках добычи угля в лаве.

Ограничения при решении задачи. Считается, что цены на материалы, потребленную электроэнергию и топливо, другие вспомогательные материалы действительны на 01.01.2011г. Предполагается отсутствие геологических нарушений пласта, отлажена технология отработки тонкого пологого пласта угля. Объемы добычи рассчитываются, исходя из существующих горно-геологических и горно-технических параметров.

Определить: участковую себестоимость, зависимость месячной добычи от участков себестоимости, изменяя параметры мощности пласта, длины лавы, технологического процесса, применения рамно-анкерной крепи.

Решение задачи. Для расчета себестоимости по элементу «Заработная плата» определялся плановый месячный фонд заработной платы по участку. Он включает заработную плату за выполненную работу, исчисленную по сдельным расценкам и тарифным ставкам, надбавки и доплаты к тарифным ставкам и окладам (за работу в ночное время, за руководство бригадами), а также дополнительную заработную плату.

Для определения прямой заработной платы и численности рабочих-сдельщиков рассчитана комплексная норма выработки и расценка, что составляет соответственно 25,7 т/чел-смен и 2,1 грн/т.

Данные расчеты выполнены, основываясь на сборниках норм [3 и 4]. Численность рабочих по техническому обслуживанию и ремонту оборудования в ремонтную смену определяется согласно «Единым нормативам численности повременно оплачиваемых рабочих для шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов» изд. 1997 г.

Ограничения при решении задачи. Считается, что цены на материалы, потребленную электроэнергию и топливо, другие вспомогательные материалы действительны на 01.01.2011г. Предполагается отсутствие геологических нарушений пласта, отлажена технология отработки тонкого пологого пласта угля. Объемы добычи рассчитываются, исходя из существующих горно-геологических и горно-технических параметров (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные данные

Наименование фактора	Характеристика фактора
Длина лавы, м	210,00
Суммарная длина ниш, м	14,00
Мощность пласта, м	1,20
Плотность угля, т/м <sup>3</sup>	1,35
Выбросоопасность пласта	Выбросоопасный
Способ транспортировки угля	Не требующий остановки
Схема работы комбайна	Челноковая
Полезная ширина захвата и.о.	0,63
Устойчивость боковых пород	Устойчивые
Вид стойки крепи	Гидростойки
Время технологических перерывов в течении цикла, мин	30,00
Средняя рабочая скорость подачи комбайна, м/мин	5
Длительность подготовительно-заключительных операций в течении смены (20-40 мин)	30
Число рабочих дней очистного забоя	30

Определить: участковую себестоимость, зависимость месячной добычи от участковости себестоимости, изменяя параметры мощности пласта, длины лавы, технологического процесса, применения рамно-анкерной крепи.

Решение задачи. Для расчета себестоимости по элементу «Заработная плата» определялся плановый месячный фонд заработной платы по участку. Он включает заработную плату за выполненную работу, исчисленную по сдельным расценкам и тарифным ставкам, надбавки и доплаты к тарифным ставкам и окладам (за работу в ночное время, за руководство бригадами), а также дополнительную заработную плату. Для определения прямой заработной платы и численности рабочих-сдельщиков рассчитана комплексная норма выработки и расценка, что составляет соответственно 25,7 т/чел-смен и 2,1 грн/т.

Данные расчеты выполнены, основываясь на сборниках норм [3 и 4]. Численность рабочих по техническому обслуживанию и ремонту оборудования в ремонтную смену определяется согласно «Единым нормативам численности повременно оплачиваемых рабочих для шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов» изд. 1997 г.

Определим длительность цикла по выемке угля из лавы ( $T_{ц}$ ), мин.:

$$T_{ц} = T_1 * (1 + K_{o1}) + T_2 * (1 + K_{o2}) + T_3 + T_4$$

где  $T_1$  – время выемки в машинной части лавы за один цикл, мин.;  $T_2$  – время на вспомогательные работы (процессы), не совмещаемые с работой выемочного механизма, мин;  $T_3 = 30$  – время технологических перерывов в течение цикла, мин;  $T_4$  – время неустраняемых простоев лавы в течение цикла, мин;  $K_{o1} = (0,08-0,14)$  – коэффициент отдыха рабочих на основных работах (процессах);  $K_{o2} = 0,15$  – коэффициент отдыха рабочих на вспомогательных работах (процессах).

$$T_1 = n_{\text{п}} * (L_{\text{л}} - \sum L_{\text{н}}) / v = 1 * (210 - 14) / 5 = 39,2 \text{ мин.}$$

$$T_2 = K_{\text{в}} * T_1 = 0,2 * 39,2 = 7,84 \text{ мин.}$$

$$T_4 = (T_1 + T_2) * (a_1 + a_2) + T_3 * a_2 = 6,54 \text{ мин.}$$

где  $n_{\text{п}}$  – число проходов комбайна за один цикл;  $K_{\text{в}} = (0,15–0,25)$  – коэффициент, учитывающий соотношение основных и вспомогательных операций (работ);  $a_1 = (0,03–0,06)$  – коэффициент не устранимых простоев из-за горно-геологических условий;  $a_2 = (0,03–0,07)$  – коэффициент не устранимых простоев лавы из-за отсутствия электроэнергии;  $v$  – средняя рабочая скорость подачи комбайна, м/мин.

В приведенных формулах рекомендуемые значения используемых величин следует принимать по следующему правилу: для прогрессивной техники – меньшие значения, для устаревшей – большие.

Учитывая полученные значения, длительность цикла по выемке угля из лавы составляет 88,64 мин.

Рассчитываем число циклов ( $n_{\text{ц}}$ ). Длительность подготовительно-заключительных операций в течение смены (20–40 мин),  $n_{\text{ц}} = 11$ .

Среднесуточная нагрузка определяется по формуле:

$$A_{\text{сут}} = n_{\text{ц}} * Q_{\text{ц}} = 2394 \text{ т/сут}$$

Плановая месячная добыча угля из лавы определяется:

$$A_{\text{мес}} = n_{\text{рд}} * A_{\text{сут}} = 30 * 2394 = 71812,8 \text{ т/мес,}$$

где  $n_{\text{рд}}$  – число рабочих дней очистного забоя.

Результаты расчета численности работников и их распределение по сменам в течении суток обобщены на графике выходов (табл. 2).

Таблица 2 – График выходов рабочих

Профессия	Смены				Всего
	I	II	III	IV	
МГВМ	1	1	1	1	4
ГРОЗ	12	6	6	6	30
Электрослесарь дежурный	-	1	1	1	3
Электрослесарь ремонтный	4				4

Доплата за работу в ночное время принимается в размере 40 % от часовой тарифной ставки (оклада – для горных мастеров). Доплата за руководство бригадой составляет 15 % от дневной тарифной ставки бригадира, доплата звеньевым – 7,5 % дневной тарифной ставки. Дополнительная заработная плата работников принимается в размере 20 % от основной заработной платы.

Исходными данными при определении месячного фонда оплаты труда рабочих-повременщиков и инженерно-технических работников являются штаты ра-

бочих на вспомогательных работах и ИТР, плановое количество выходов рабочих за месяц, тарифные ставки и оклады, размеры премий и доплат.

Себестоимость 1т угля по данному элементу определяется делением всей суммы месячного фонда заработной платы на плановую месячную добычу угля из лавы.

$$C_{зп} = \frac{\sum ЗП}{A_{мес}} = 4,59 \text{ грн/т}$$

Таким образом, себестоимость 1 т угля по элементу «Заработная плата» составляет 4,59 грн/т.

При расчете себестоимости по элементу «Материалы» смета составляется по основным видам материалов (крепежным, взрывчатым, смазочным, зубкам, резцам, гибким кабелям, скребковым цепям и рештакам и т.д.).

По принципу включения в себестоимость названные материалы разбиваются на две группы:

1. Материалы, стоимость которых полностью включается в месячную себестоимость угля (лесные, взрывчатые, смазочные, зубки и др.).

2. Материалы, стоимость которых включается в себестоимость угля по частям, по мере их износа, через счет «Расходы будущих периодов» (металлические стойки, гибкие кабели, скребковые цепи, рештаки и др.).

Исходными данными для сметной оценки месячного расхода материалов служат объемы работ, нормы расхода материалов на единицу работ или в единицу времени и цены на материалы. Неучтенные материалы принимать в размере до 15 % от стоимости учтенных.

Себестоимость 1 т угля по материалам определяется путём деления суммарных затрат на месячный объём добычи.

$$C_m = \frac{\sum M}{A_{мес}} = 3,38 \text{ грн/т}$$

где  $\sum M$  – суммарный месячный расход материалов, грн.

Итак, себестоимость по элементу «Материалы» составляет 3,38 грн/т.

Стоимость электроэнергии рассчитывается по одноставочному тарифу как плата за потреблённую электроэнергию по формуле:

$$E = N_{дв} * t_{дв} * k_m * a$$

где  $N_{дв}$  – мощность двигателя, кВт (принимается по технической характеристике машины);  $t_{дв}$  – время работы двигателя, ч;  $k_m$  – коэффициент, учитывающий загрузку двигателя по мощности;  $a$  – тариф за 1 кВт-час потреблённой электроэнергии, грн.

Себестоимость 1 т угля по электроэнергии определяется делением суммарных затрат по электроэнергии за месяц на месячную добычу угля.

$$C_{\varepsilon} = \frac{\sum \varepsilon}{A_{\text{мес}}} = 2,96 \text{ грн/т}$$

Себестоимость по элементу «Электроэнергия» составила 2,96 грн/т.

Амортизационные отчисления определяются по каждому виду применяемого оборудования (выемочные, бурильные, погрузочные и машины по доставке, аппаратура управления и т.д.) по формуле:

$$AO = Cб * \frac{Ha}{100}$$

где АО – месячная сумма амортизационных отчислений по объекту, грн; Сб – балансовая стоимость оборудования, грн; Ha – месячная норма амортизации, %.

Себестоимость 1 т угля по амортизации определяется путём деления суммы месячных амортизационных отчислений на месячную добычу угля.

$$C_A = \frac{\sum A}{A_{\text{мес}}} = 2,22 \text{ грн/т}$$

где  $\sum A$  – сумма ежемесячных амортизационных отчислений, грн.

Таким образом, себестоимость по элементу «Амортизация» равна 2,22 грн/т.

На основании выполненных расчётов составляется смета затрат на производство и определяется удельный вес каждого элемента (табл. 3)

Таблица 3 – Смета затрат, грн

Элементы затрат	Сумма затрат на месяц	Себестоимость 1 т угля	Удельный вес к итогу
Заработная плата	329624,24	4,59	34,9
Материалы	242750,57	3,38	25,7
Электроэнергия	212241,44	2,96	22,5
Амортизация	159552,00	2,22	16,9
Итого	944168,25	13,15	100,00

Участковая себестоимость добычи угля определяется по формуле:

$$C_{\gamma} = \frac{\sum \gamma}{A_{\text{мес}}} = 13,15 \text{ грн/т}$$

где  $\sum \gamma$  – суммарная величина затрат на месяц, грн.

Таким образом, плановая величина себестоимости 1т добычи угля составляет 13,15 грн/т.

Определим области применения вариантов по стоимостным показателям. Для исследования используется математическая модель участковой себестоимости добычи угля. Она отражает связь себестоимости 1 т угля с месячным объёмом добычи угля на участке в виде:

$$C = Z_{\text{пер}}/D_{\text{б}} + Z_{\text{пост}}/D$$

где  $C$  – себестоимость добычи 1 т угля, грн./т;  $Z_{\text{пер}}$  – месячные условно-переменные затраты участка при базовом объёме добычи угля, грн./т;  $Z_{\text{пост}}$  – месячные условно-постоянные затраты участка, грн./т.

$$Z_{\text{пер}} = Z_{\text{зп1}} + Z_{\text{зпр}} + Z_{\text{мат1}} + Z_{\text{зн}} + Z_{\text{эл}}$$

$$Z_{\text{пер}} = 212241,44 + 31663,12 + 206114,21 + 88600,66 + 147511,3 = 686130,75 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{пост}} = Z_{\text{мат2}} + Z_{\text{зп2}} + Z_{\text{ам}}$$

$$Z_{\text{пост}} = 159552,00 + 4973,25 + 93512,25 = 258\,037,50 \text{ грн.}$$

$$Z = Z_{\text{пер}} + Z_{\text{пост}} = 686130,75 + 258\,037,50 = 944168,25 \text{ грн.}$$

$$C = 9,554 + \frac{686130,75}{D}$$

Модель (1) после подстановки в неё числовых значений величин  $D_{\text{б}}$ ,  $Z_{\text{пер}}$ ,  $Z_{\text{пост}}$  превращается в явную функцию  $C=f(D)$ . Поэтому, задавшись значениями  $D$  в пределах от минимального фактического уровня добычи угля в очистном забое до максимально возможного с учётом пропускных смежных звеньев и роста организационно-технического уровня, можно построить график  $C=f(D)$  по каждому из конкурирующих вариантов. Точка пересечения графиков определяет значение месячной нагрузки, при которой оба варианта производства равноценны по стоимостным показателям. Диапазон значений месячной добычи, меньших значения точки пересечения графиков, является областью применения одного варианта, а диапазон значений месячных нагрузок, больших значения точки пересечения графиков, – область применения конкурирующего варианта.

Задавшись величинами месячной добычи от 75000 до 125000 т/мес с шагом в 10000, рассчитаем значения себестоимости по каждому варианту месячной добычи (табл. 4).

Таблица 4 – Динамика себестоимости месячного объёма добычи

Вариант	Месячная добыча, т	75000	85000	95000	105000	115000	125000
А	Участковая себестоимость, грн	18,70	17,63	16,78	16,09	15,52	15,04
Вариант	Месячная добыча, т	75000	85000	95000	105000	115000	125000
Б	Участковая себестоимость, грн	15,30	14,89	14,52	14,18	13,87	13,58

Рассчитанные значения себестоимости и соответствующие им величины добычи представлены в таблице. Данные, приведенные в табл. 4, представим гра-

фически. График зависимости себестоимости от месячного объема добычи представлен на рис. 1.

На базе значений себестоимости добычи угля по конкурирующим вариантам строится график экономии по себестоимости варианта А по сравнению с вариантом Б. Из графика видно, что себестоимость 1т угля варианта Б меньше себестоимости варианта А при тех же значениях объема добычи. Зависимость себестоимости 1т угля от месячной добычи имеет слабогиперболическую зависимость.

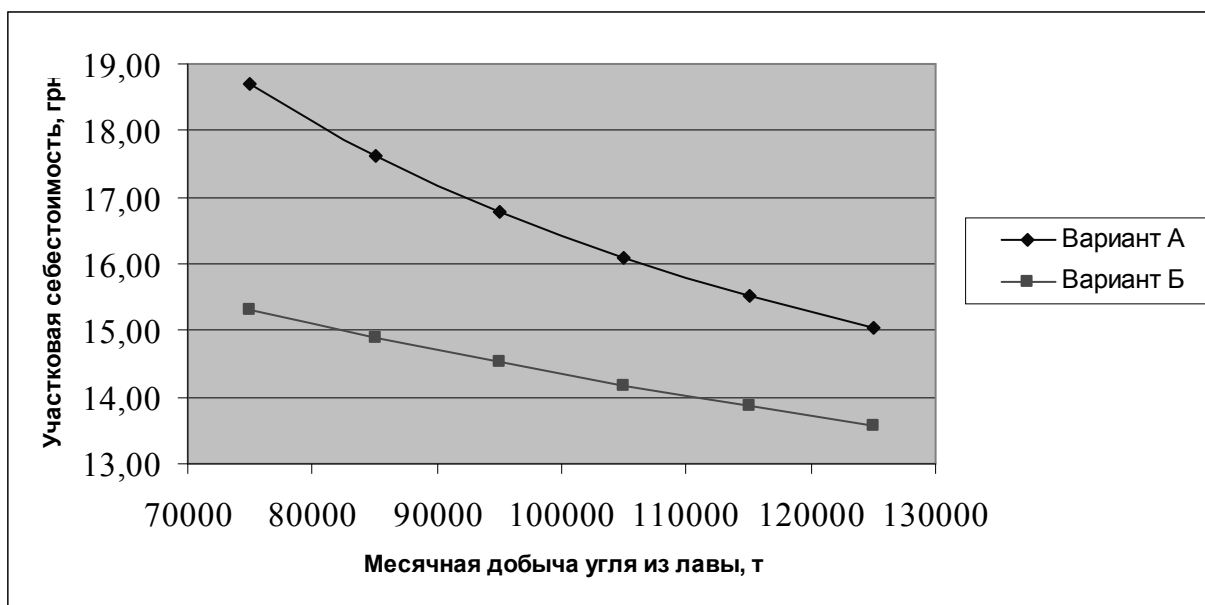


Рис. 1 – Зависимость себестоимости 1т угля от месячной добычи

#### Выводы:

1. Рост нагрузки на лаву при различных вариантах технологии приводит к изменению структуры затрат и участковой себестоимости добычи в целом, например, при замене рамного крепления штреков анкерным, изменении форм оплаты труда на участке работ, исключении ниш и в других случаях.

2. Участковая себестоимость уменьшается по слабогиперболической закономерности в зависимости от роста нагрузки на лаву. При нагрузке на лаву, например, 70000 т в месяц участковая себестоимость снижается с 18 до 15 грн/т, а при нагрузке на лаву 130 000 т – с 15 до 13,7 грн/т на добычных участках и шахте в целом. При этом изменяется структура производственных затрат. При увеличении длины лавы с 210 до 350м удельный вес оплаты труда на добычном участке увеличивается с 35 до 37%, объем затрат на материалы уменьшается с 26 до 20%, затраты на потребленную энергию снижаются с 22 до 18%. Фактор управления длиной лавы - прогрессивный.

3. Предлагаемый метод прямого счета при экономико-математическом моделировании позволяет обосновать экономические параметры участка работ как одни из важнейших на стадии проектирования технологий очистной выемки.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основні показники роботи вугільної промисловості України за січень-грудень 2010 року. МПЕ. ДП «Галузевий інформаційно-розрахунковий центр». - Макіївка, 2008р.- 170с.
2. Комплексное техническое переоснащение шахт современным горно-шахтным оборудованием – радикальная мера в увеличении объемов добычи угля/ Лесницкий А.М. -«Уголь Украины» - №10, 2008г.
3. Единые нормы выработки на очистные работы для шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов. – Донецк, 1993. – 448 с.
4. Единые нормативы численности повременно оплачиваемых рабочих для шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов. – М.: Минуглепром СССР, 1997. – 136 с.
5. Амоша А.И. Экономическая эффективность улучшения условий труда: предпосылки, анализ, прогнозирование. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2008г. -270с.
- 6 Кияшко И.А. Процессы подземных горных работ. – Киев: «Вища школа», 1992г. -335с.

**УДК 622.778-913.3:622.653.1**

В.П. Надутый, д.т.н.,  
В.В. Чельшкіна, к.т.н  
(ИГТМ НАН України)

### **ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОЙ ГИДРОКЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД**

Викладені результати впливу магнітної гідрокласифікації в апаратах МГК-ПП на технологічні показники збагачення залізних руд. МГК-ПП були випробувані і залучені до постійної експлуатації на збагачувальній фабриці ВАТ «Лебединський ГЗК»

### **APPLICATION OF MAGNETIC HYDRO-CLASSIFICATION FOR IMPROVEMENT OF IRON-ORE DRESSING CHARACTERISTICS**

This report presents the results of the influence of magnetic hydro-classification in devices GK-PP on technological characteristics of iron-ore dressing. Apparatus MGK-PP were tested and put into regular service at the ore-processing factory of joint stock company “Lebedinky Mining & Dressing Plant”

Магнитная гидрокласифікація, в отличие от обычной гидрокласифікації, позволяет разделять материал не столько по крупности (гидравлической), сколько по вещественному составу. В результате действия магнитного поля тонкий магнитный материал флокулирует и вместе с крупными частицами попадает в нижнюю часть аппарата – пески. В верхний продукт - слив выносятся нерудные частицы и сростки минералов - частицы смешанного состава ( $Fe_3O_4 + SiO_2$ ). На тонком и богатом питании - 64,5%Fe, 94,5% кл.-44\*10<sup>-6</sup>м, разница показателей песков и слива МГК - по ситовке 2-3%, по содержанию железа – 4-5%.

Специальные аппараты - магнитные гидрокласифікаторы (МГК) предназначены для организации процесса выделения сростков из промежуточных продуктов обогащения для возврата их в процесс - на доизмельчение и повторное обогащение. В результате этого повышается качество и ситовка конечного концентрата.