

УДК 622.684:621.879 + 622.271.3.06:658.527 "75"

**Семенкин Александр Владимирович**

младший научный сотрудник,  
Институт горного дела УрО РАН,  
620075, г. Екатеринбург,  
ул. Мамина-Сибиряка, 58  
e-mail: [a.semenkin92@mail.ru](mailto:a.semenkin92@mail.ru)

**Semenkin Alexander V.**

junior researcher,  
The Institute of Mining, UB RAS,  
620075, Yekaterinburg,  
Mamin-Sibiryak st., 58  
e-mail: [a.semenkin92@mail.ru](mailto:a.semenkin92@mail.ru)

**ИЗМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗАТРАТ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ КАРЬЕРА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНОГО  
КОМПЛЕКСА И КОМПЛЕКСА  
ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**MODIFICATION OF ESTIMATED COSTS  
CHANGES FOR THE DEVELOPMENT  
OF AN OPEN PIT EMPLOYING  
EXCAVATOR AND TRUCK COMPLEXES  
AND CYCLIC-FLOW-LINE TECHNOLOGY**

*Аннотация:*

Статья посвящена исследованию изменения расчетных затрат при разработке карьера с применением экскаваторно-автомобильного комплекса (ЭАК) и циклично-поточной технологии (ЦПТ). На основе экономико-математических моделей произведены расчеты удельных эксплуатационных и капитальных затрат, по результатам которых определены тенденции изменения удельных затрат. Автор полагает, что полученные результаты и сделанные выводы помогут в дальнейшем определить рациональные условия применения комплексов ЦПТ.

*Ключевые слова:* карьер, комплекс циклично-поточной технологии, экскаваторно-автомобильный комплекс

*Abstract:*

The article is devoted to studying estimated costs changes for an open pit development employing excavator and truck complexes (ETC) and cyclic-flow-line technology (CFLT). In terms of economic and mathematical models calculations of specific operating costs and capital outlays were performed as a result of which tendencies of modification specific costs changes are determined. The author supposes that the obtained results and conclusions will help to determine rational conditions of the cyclic-flow-line technology complexes application in the future.

*Key words:* an open pit, cyclic-flow-line technology complex, excavator and truck complex

Выполненные ранее научно-исследовательские и проектные работы, а также основанные на частных примерах сведения по эффективности применения того или иного оборудования в комплексах ЦПТ не позволяют достаточно обоснованно оценить рациональные условия их использования в карьерах. Поэтому целью данного исследования является установление изменения удельных затрат в зависимости от годовой производительности карьера и высоты подъема скальной горной массы при использовании комплексов ЭАК и ЦПТ с традиционным ленточным конвейером для определения в дальнейшем рациональных условий применения комплексов ЦПТ.

Для расчета затрат и выбора оборудования ЭАК за основу принята экономико-математическая модель, изложенная в [1]. По рекомендации А.А. Кулешова выбор грузоподъемности автосамосвала производится по массовому модулю  $3 \leq \mu_b = q_a/q_3 \leq 6$ , где  $q_a$  – грузоподъемность автосамосвала,  $q_3$  – масса породы в ковше экскаватора. Допустимо соотношение  $\leq \mu_b = q_a/q_3 \leq 9$  [2], которое позволяет рассматривать больше вариантов для выбора оборудования. Для расчета затрат и выбора оборудования комплекса ЦПТ за основу взята экономико-математическая модель, изложенная в [3].

По принятым экономико-математическим моделям были проведены расчеты при годовой производительности карьера 5, 10, 20, 30 млн.т/г и высоте подъема скальной

горной массы 100, 200, 300, 400, 500, 600 м. Результаты расчетов, представленных в табл. 1 – 3, произведены в ценах на 1 января 1998 года. Для дальнейшего анализа затраты переведены в относительные единицы. Это дает возможность ориентироваться в затратах текущего времени с допущением, что они увеличиваются по всем статьям расходов пропорционально с одним коэффициентом удорожания. При переводе общих затрат по отдельным статьям расходов в относительные единицы за 100 % приняты общие капитальные затраты при разработке скальных вскрышных пород с применением ЭАК при высоте подъема горной массы 100 м и производительности карьера 5 млн.т/год. При переводе удельных затрат в относительные единицы за 100 % приняты капитальные удельные затраты при разработке скальных вскрышных пород для вышеупомянутого варианта.

При использовании комплекса ЦПТ для транспортирования скальной горной массы необходимо механическое дробление. Дробленую руду в карьерном дробильно-перегрузочном пункте (ДПП) конвейерами транспортируют на дробильно-обогательную фабрику (ДОФ) на стадию среднего дробления. При использовании ЭАК руда транспортируется на ДОФ на стадию крупного дробления. Поэтому расчет затрат с использованием ЭАК и ЦПТ при разработке руды проводился с учетом затрат на стадию крупного дробления в обоих случаях. При разработке скальных вскрышных пород затраты на дробление учитывались только при использовании комплекса ЦПТ.

По полученным результатам были построены графики (рис. 1 – 8) изменения относительных удельных затрат в зависимости от высоты подъема горной массы и годовой производительности карьера с использованием ЭАК при разработке скальных вскрышных пород и руды и с использованием комплекса ЦПТ с традиционным ленточным конвейером.

В результате исследования выявлена тенденция изменения относительных удельных капитальных затрат при использовании комплексов ЭАК и ЦПТ. Затраты увеличиваются с ростом высоты подъема горной массы и снижаются с ростом годовой производительности карьера. При использовании комплекса ЦПТ с ростом производительности от 5 до 30 млн.т/г они снижаются в 1,5 и 1,1 раз при высоте подъема горной массы 100 и 600 м, соответственно. При использовании ЭАК с ростом производительности от 5 до 30 млн.т/г относительные удельные капитальные затраты снижаются в 1,1 и 1,05 раз при тех же высотах подъема горной массы.

Такая же тенденция изменения повторяется для удельных эксплуатационных затрат при использовании комплексов ЭАК и ЦПТ. При использовании комплекса ЦПТ с ростом производительности от 5 до 30 млн.т/г они снижаются в 1,3 и 1,1 раз при высоте подъема горной массы 100 и 600 м, соответственно. При использовании ЭАК с ростом производительности от 5 до 30 млн.т/г относительные удельные эксплуатационные затраты снижаются в 1,1 раза при тех же высотах подъема горной массы.

Установлено, что разница между относительными удельными эксплуатационными затратами при применении комплексов ЭАК и ЦПТ с увеличением высоты подъема горной массы возрастает. Так, при годовой производительности карьера 5 млн.т/г с ростом высоты подъема горной массы от 100 до 600 м эта разница увеличивается в 7,6 раз, а при годовой производительности 30 млн.т/г с тем же увеличением высоты подъема горной массы эта разница становится больше в 4,9 раза.

Таблица 1

## Относительные затраты по статьям при разработке карьера с использованием ЭАК

| $Q_r$ ,<br>млн.т/г | $H$ , м | $K_d$ , % | $\mathcal{E}_d$ , % | $K_z$ , % | $\mathcal{E}_z$ , % | $K_{гор}$ , % | $\mathcal{E}_{гор}$ , % | $K_{а.с.}$ , % | $\mathcal{E}_{а.с.}$ , % | $K_{общ.в.}$ , % | $\mathcal{E}_{общ.в.}$ , % | $K_{общ.р.}$ , % | $\mathcal{E}_{общ.р.}$ , % |
|--------------------|---------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|---------------|-------------------------|----------------|--------------------------|------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|
| 5                  | 100     | 18,3      | 4,9                 | 23,9      | 11,6                | 0,4           | 0,1                     | 76,1           | 56,6                     | 100,0            | 68,2                       | 118,31           | 73,04                      |
|                    | 200     | 18,3      | 4,9                 | 23,9      | 11,6                | 1,6           | 0,2                     | 98,5           | 78,2                     | 122,4            | 89,8                       | 140,71           | 94,66                      |
|                    | 300     | 18,3      | 4,9                 | 23,9      | 11,6                | 3,7           | 0,4                     | 121,4          | 96,9                     | 145,3            | 108,4                      | 163,64           | 113,29                     |
|                    | 400     | 18,3      | 4,9                 | 23,9      | 11,6                | 6,5           | 0,7                     | 143,5          | 121,0                    | 167,4            | 132,5                      | 185,76           | 137,41                     |
|                    | 500     | 18,3      | 4,9                 | 23,9      | 11,6                | 10,2          | 1,0                     | 170,0          | 142,7                    | 193,9            | 154,3                      | 212,24           | 159,13                     |
|                    | 600     | 18,3      | 4,9                 | 23,9      | 11,6                | 14,7          | 1,5                     | 195,4          | 164,2                    | 219,3            | 175,8                      | 237,62           | 180,63                     |
| 10                 | 100     | 36,6      | 9,5                 | 47,8      | 23,1                | 0,4           | 0,1                     | 130,2          | 107,2                    | 178,0            | 130,3                      | 214,58           | 139,81                     |
|                    | 200     | 36,6      | 9,5                 | 47,8      | 23,1                | 1,6           | 0,2                     | 169,4          | 149,1                    | 217,2            | 172,2                      | 253,83           | 181,74                     |
|                    | 300     | 36,6      | 9,5                 | 47,8      | 23,1                | 3,7           | 0,4                     | 212,3          | 190,5                    | 260,1            | 213,6                      | 296,74           | 223,09                     |
|                    | 400     | 36,6      | 9,5                 | 47,8      | 23,1                | 6,5           | 0,7                     | 257,6          | 235,3                    | 305,4            | 258,4                      | 342,03           | 267,94                     |
|                    | 500     | 36,6      | 9,5                 | 47,8      | 23,1                | 10,2          | 1,0                     | 297,7          | 274,0                    | 345,5            | 297,1                      | 382,16           | 306,60                     |
|                    | 600     | 36,6      | 9,4                 | 47,8      | 23,1                | 14,7          | 1,5                     | 341,5          | 315,5                    | 389,3            | 338,7                      | 425,88           | 348,11                     |
| 20                 | 100     | 54,9      | 14,2                | 103,5     | 50,1                | 0,4           | 0,1                     | 238,3          | 208,3                    | 341,9            | 258,4                      | 396,80           | 272,56                     |
|                    | 200     | 54,9      | 14,1                | 103,5     | 50,1                | 1,6           | 0,2                     | 318,9          | 293,7                    | 422,5            | 343,7                      | 477,39           | 357,86                     |
|                    | 300     | 73,3      | 18,7                | 103,5     | 50,1                | 3,7           | 0,4                     | 394,1          | 372,4                    | 497,6            | 422,4                      | 570,90           | 441,14                     |
|                    | 400     | 73,3      | 18,7                | 103,5     | 50,1                | 6,5           | 0,7                     | 479,1          | 460,3                    | 582,6            | 510,4                      | 655,90           | 529,10                     |
|                    | 500     | 73,3      | 18,7                | 103,5     | 50,1                | 10,2          | 1,0                     | 555,0          | 539,5                    | 658,6            | 589,6                      | 731,81           | 608,26                     |
|                    | 600     | 73,3      | 18,6                | 103,5     | 50,1                | 14,7          | 1,5                     | 636,4          | 622,6                    | 739,9            | 672,7                      | 813,15           | 691,27                     |
| 30                 | 100     | 75,1      | 18,8                | 98,4      | 47,7                | 0,5           | 0,5                     | 438,8          | 317,4                    | 537,2            | 365,0                      | 612,33           | 383,83                     |
|                    | 200     | 75,1      | 18,8                | 98,4      | 47,7                | 2,0           | 2,0                     | 589,4          | 458,0                    | 687,8            | 505,7                      | 762,90           | 524,43                     |
|                    | 300     | 75,1      | 18,7                | 98,4      | 47,7                | 4,6           | 4,6                     | 724,7          | 561,2                    | 823,2            | 608,9                      | 898,28           | 627,58                     |
|                    | 400     | 75,1      | 18,7                | 98,4      | 47,7                | 8,2           | 8,2                     | 877,3          | 690,9                    | 975,8            | 738,5                      | 1050,89          | 757,21                     |
|                    | 500     | 75,1      | 18,6                | 98,4      | 47,7                | 12,8          | 12,8                    | 1022,6         | 813,3                    | 1121,0           | 861,0                      | 1196,16          | 879,64                     |
|                    | 600     | 75,1      | 18,6                | 98,4      | 47,7                | 18,4          | 18,4                    | 1161,1         | 929,3                    | 1259,5           | 977,0                      | 1334,60          | 995,59                     |

Примечание:  $Q_r$  – годовая производительность карьера;  $H$  – высота подъема горной массы;  $K_d$  – относительные капитальные затраты на стадию крупного дробления;  $\mathcal{E}_d$  – относительные эксплуатационные затраты на стадию крупного дробления;  $\mathcal{E}_{гор}$  – относительные эксплуатационные затраты на горно-подготовительные работы;  $\mathcal{E}_z$  – относительные эксплуатационные затраты на экскаваторное звено;  $K_z$  – относительные капитальные затраты на экскаваторное звено;  $K_{гор}$  – относительные капитальные затраты на горно-подготовительные работы;  $K_{а.с.}$  – относительные капитальные затраты на автомобильный транспорт;  $\mathcal{E}_{а.с.}$  – относительные эксплуатационные затраты на автомобильный транспорт;  $K_{общ.в.}$  – относительные общие капитальные затраты на разработку вскрыши;  $\mathcal{E}_{общ.в.}$  – относительные общие эксплуатационные затраты на разработку вскрыши;  $K_{общ.р.}$  – относительные общие капитальные затраты на разработку руды;  $\mathcal{E}_{общ.р.}$  – относительные общие эксплуатационные затраты на разработку руды

Таблица 2

## Относительные затраты по статьям при разработке карьера с использованием комплекса ЦПТ

| $Q_{\Gamma}$ ,<br>МЛН.Т/Г | $H$ , м | $K_{\text{дкк}}$ , сум, % | $\mathcal{E}_{\text{дкк}}$ , сум., % | $K_{\text{гор}}$ , % | $\mathcal{E}_{\text{гор}}$ , % | $K_{\mathcal{E}}$ , % | $\mathcal{E}_{\mathcal{E}}$ , % | $K_{\text{а.с.}}$ , % | $\mathcal{E}_{\text{а.с.}}$ , % | $K_{\text{общ.}}$ , % | $\mathcal{E}_{\text{общ.}}$ , % |
|---------------------------|---------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 5                         | 100     | 25,1                      | 9,0                                  | 33,3                 | 3,3                            | 23,9                  | 11,6                            | 51,2                  | 32,1                            | 133,5                 | 56,0                            |
|                           | 200     | 31,9                      | 12,2                                 | 53,1                 | 5,3                            | 23,9                  | 11,6                            | 52,4                  | 32,2                            | 161,4                 | 61,3                            |
|                           | 300     | 36,9                      | 14,4                                 | 72,9                 | 7,3                            | 23,9                  | 11,6                            | 54,5                  | 32,4                            | 188,2                 | 65,7                            |
|                           | 400     | 42,0                      | 17,0                                 | 92,7                 | 9,3                            | 23,9                  | 11,6                            | 57,3                  | 32,7                            | 215,9                 | 70,5                            |
|                           | 500     | 49,2                      | 20,3                                 | 140,3                | 14,0                           | 23,9                  | 11,6                            | 61,0                  | 33,1                            | 274,3                 | 78,9                            |
|                           | 600     | 55,4                      | 23,0                                 | 160,1                | 16,0                           | 23,9                  | 11,6                            | 65,5                  | 33,5                            | 304,9                 | 84,1                            |
| 10                        | 100     | 45,6                      | 14,8                                 | 41,8                 | 4,2                            | 39,8                  | 19,3                            | 84,2                  | 60,2                            | 211,4                 | 98,4                            |
|                           | 200     | 52,7                      | 18,4                                 | 61,6                 | 6,2                            | 39,8                  | 19,3                            | 67,5                  | 60,3                            | 221,6                 | 104,1                           |
|                           | 300     | 62,4                      | 23,2                                 | 109,1                | 10,9                           | 39,8                  | 19,3                            | 69,5                  | 60,5                            | 280,8                 | 113,9                           |
|                           | 400     | 68,8                      | 26,4                                 | 128,9                | 12,9                           | 39,8                  | 19,3                            | 72,4                  | 60,8                            | 309,9                 | 119,3                           |
|                           | 500     | 81,1                      | 32,7                                 | 204,2                | 20,4                           | 39,8                  | 19,3                            | 76,0                  | 63,6                            | 401,2                 | 136,0                           |
|                           | 600     | 88,1                      | 35,6                                 | 307,3                | 30,7                           | 47,8                  | 23,1                            | 104,0                 | 66,4                            | 547,2                 | 155,8                           |
| 20                        | 100     | 70,2                      | 23,3                                 | 55,1                 | 5,5                            | 79,6                  | 38,5                            | 148,9                 | 115,5                           | 353,8                 | 182,9                           |
|                           | 200     | 85,5                      | 31,7                                 | 119,7                | 12,0                           | 79,6                  | 38,5                            | 155,6                 | 120,5                           | 440,5                 | 202,7                           |
|                           | 300     | 119,1                     | 44,4                                 | 232,8                | 23,3                           | 79,6                  | 38,5                            | 160,4                 | 123,1                           | 592,0                 | 229,3                           |
|                           | 400     | 132,0                     | 50,7                                 | 257,4                | 25,7                           | 79,6                  | 38,5                            | 163,3                 | 123,4                           | 632,4                 | 238,3                           |
|                           | 500     | 148,3                     | 58,8                                 | 402,0                | 40,2                           | 87,6                  | 42,4                            | 173,7                 | 129,4                           | 811,7                 | 270,8                           |
|                           | 600     | 165,5                     | 67,3                                 | 586,2                | 58,6                           | 87,6                  | 42,4                            | 183,8                 | 134,6                           | 1023,1                | 302,9                           |
| 30                        | 100     | 94,3                      | 30,6                                 | 99,3                 | 9,9                            | 76,5                  | 37,1                            | 281,1                 | 182,5                           | 551,3                 | 349,5                           |
|                           | 200     | 114,2                     | 42,0                                 | 172,6                | 17,3                           | 87,5                  | 42,4                            | 290,5                 | 188,0                           | 664,7                 | 289,6                           |
|                           | 300     | 136,2                     | 54,3                                 | 291,8                | 29,2                           | 87,5                  | 42,4                            | 300,9                 | 193,6                           | 816,4                 | 319,4                           |
|                           | 400     | 156,5                     | 65,1                                 | 457,1                | 45,7                           | 87,5                  | 42,4                            | 313,6                 | 200,2                           | 1014,7                | 353,3                           |
|                           | 500     | 186,5                     | 81,2                                 | 741,7                | 74,2                           | 87,5                  | 42,4                            | 333,9                 | 215,3                           | 1349,6                | 413,1                           |
|                           | 600     | 211,7                     | 93,9                                 | 1032,1               | 103,2                          | 98,4                  | 47,7                            | 347,3                 | 217,2                           | 1689,6                | 462,0                           |

Примечание:  $Q_{\Gamma}$  – годовая производительность карьера;  $H$  – высота подъема горной массы;  $K_{\text{дкк}}$  – относительные капитальные затраты на дробильно-конвейерный комплекс;  $\mathcal{E}_{\text{дкк}}$  – относительные эксплуатационные затраты на дробильно-конвейерный комплекс;  $K_{\text{гор}}$  – относительные капитальные затраты на горно-подготовительные работы;  $\mathcal{E}_{\text{гор}}$  – относительные эксплуатационные затраты на горно-подготовительные работы;  $K_{\mathcal{E}}$  – относительные капитальные затраты на экскаваторное звено;  $\mathcal{E}_{\mathcal{E}}$  – относительные эксплуатационные затраты на экскаваторное звено;  $K_{\text{а.с.}}$  – относительные капитальные затраты на автомобильный транспорт;  $\mathcal{E}_{\text{а.с.}}$  – относительные эксплуатационные затраты на автомобильный транспорт;  $K_{\text{общ.}}$  – относительные общие капитальные затраты;  $\mathcal{E}_{\text{общ.}}$  – относительные общие эксплуатационные затраты

Таблица 3

## Относительные удельные затраты при разработке карьера с использованием комплексов ЭАК и ЦПТ

| $Q_r$ ,<br>млн.т/г | $H$ , м | $K_{уд.в.}$ , % | $\mathcal{E}_{уд.в.}$ , % | $K_{уд.р.}$ , % | $\mathcal{E}_{уд.р.}$ , % | $K_{уд.}$ , % | $\mathcal{E}_{уд.}$ , % |
|--------------------|---------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|---------------|-------------------------|
| 5                  | 100     | 100             | 68,2                      | 118,8           | 72,9                      | 133,9         | 56,1                    |
|                    | 200     | 122,4           | 90,6                      | 141,2           | 95,3                      | 161,8         | 61,4                    |
|                    | 300     | 145,9           | 108,7                     | 164,1           | 113,6                     | 188,7         | 65,9                    |
|                    | 400     | 167,9           | 132,9                     | 186,2           | 137,8                     | 216,5         | 70,7                    |
|                    | 500     | 194,5           | 154,7                     | 212,9           | 159,5                     | 275,1         | 79,2                    |
|                    | 600     | 219,9           | 176,2                     | 238,2           | 181,2                     | 305,6         | 84,4                    |
| 10                 | 100     | 89,2            | 65,3                      | 107,5           | 70,1                      | 106           | 49,3                    |
|                    | 200     | 108,9           | 86,4                      | 127,3           | 91,2                      | 111,1         | 52,1                    |
|                    | 300     | 130,5           | 107,1                     | 148,8           | 111,9                     | 140,8         | 57,1                    |
|                    | 400     | 153,2           | 129,5                     | 171,5           | 134,4                     | 155,3         | 59,8                    |
|                    | 500     | 173,2           | 148,9                     | 191,6           | 153,8                     | 201,2         | 68,2                    |
|                    | 600     | 195,2           | 169,8                     | 213,5           | 174,6                     | 274,4         | 78,1                    |
| 20                 | 100     | 85,6            | 64,8                      | 99,5            | 68,4                      | 88,7          | 45,9                    |
|                    | 200     | 105,9           | 86,1                      | 119,6           | 89,8                      | 110,5         | 50,8                    |
|                    | 300     | 124,7           | 105,9                     | 143,1           | 110,6                     | 148,4         | 57,4                    |
|                    | 400     | 146,1           | 128                       | 164,5           | 132,6                     | 158,6         | 59,8                    |
|                    | 500     | 165,1           | 147,8                     | 183,5           | 152,5                     | 203,4         | 67,9                    |
|                    | 600     | 185,5           | 168,6                     | 203,9           | 173,3                     | 256,5         | 75,9                    |
| 30                 | 100     | 89,8            | 61,1                      | 102,4           | 64,1                      | 92,1          | 43,5                    |
|                    | 200     | 114,9           | 84,5                      | 127,5           | 87,6                      | 111,1         | 48,4                    |
|                    | 300     | 137,5           | 101,8                     | 150,1           | 104,9                     | 136,5         | 53,4                    |
|                    | 400     | 163,1           | 123,4                     | 175,6           | 126,6                     | 169,5         | 59,1                    |
|                    | 500     | 187,3           | 143,9                     | 199,9           | 147,1                     | 225,5         | 69,1                    |
|                    | 600     | 210,5           | 163,3                     | 223,1           | 166,4                     | 282,4         | 77,2                    |

Примечание:  $Q_r$  – годовая производительность карьера;  $H$  – высота подъема горной массы;  $K_{уд.в.}$  – относительные капитальные удельные затраты на разработку вскрыши с использованием ЭАК;  $\mathcal{E}_{уд.в.}$  – относительные эксплуатационные удельные затраты на разработку вскрыши с использованием ЭАК;  $K_{уд.р.}$  – относительные капитальные удельные затраты на разработку руды с использованием ЭАК;  $\mathcal{E}_{уд.р.}$  – относительные эксплуатационные удельные затраты на разработку руды с использованием ЭАК;  $K_{уд.}$  – относительные капитальные удельные затраты с использованием комплекса ЦПТ;  $\mathcal{E}_{уд.}$  – относительные эксплуатационные удельные затраты с использованием комплекса ЦПТ

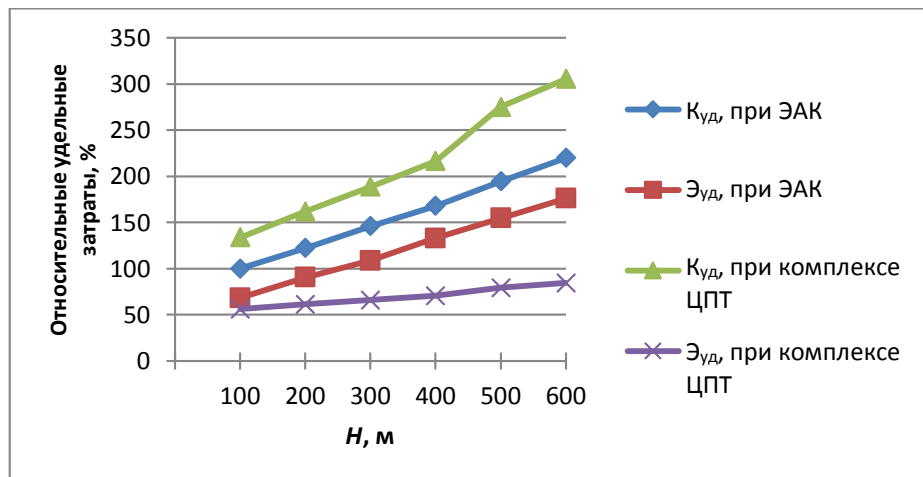


Рис. 1 – Изменение относительных удельных затрат при разработке вскрышных пород в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 5 млн.т/год

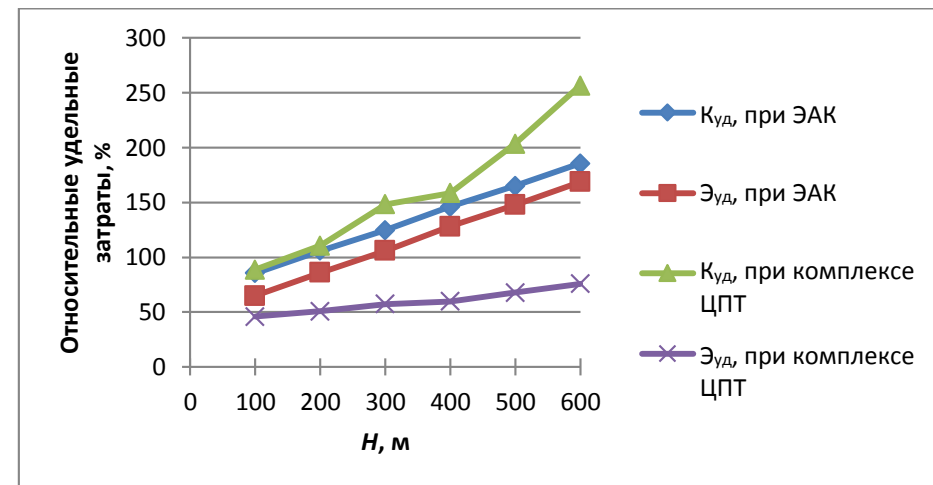


Рис. 3 – Изменение относительных удельных затрат при разработке вскрышных пород в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 20 млн.т/год

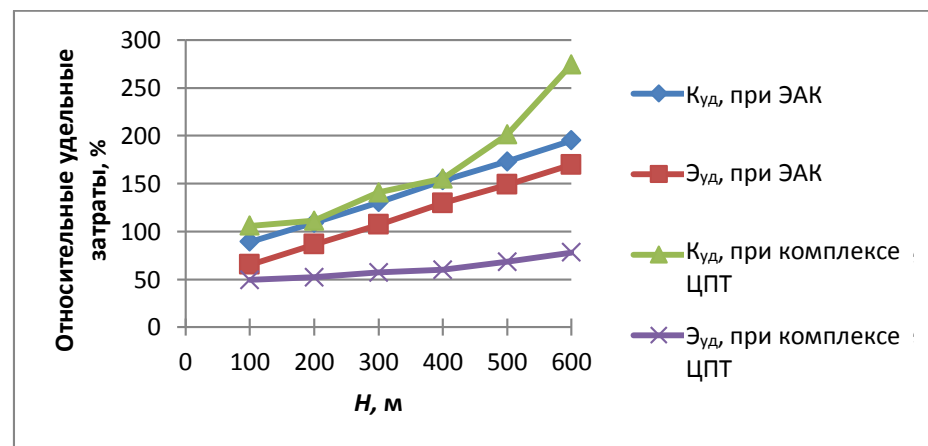


Рис. 2 – Изменение относительных удельных затрат при разработке вскрышных пород в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 10 млн.т/год

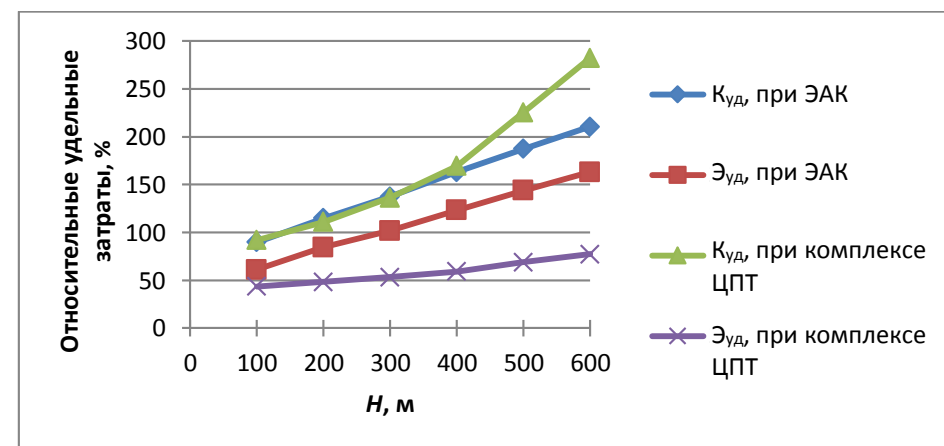


Рис. 4 – Изменение относительных удельных затрат при разработке вскрышных пород в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 30 млн.т/год

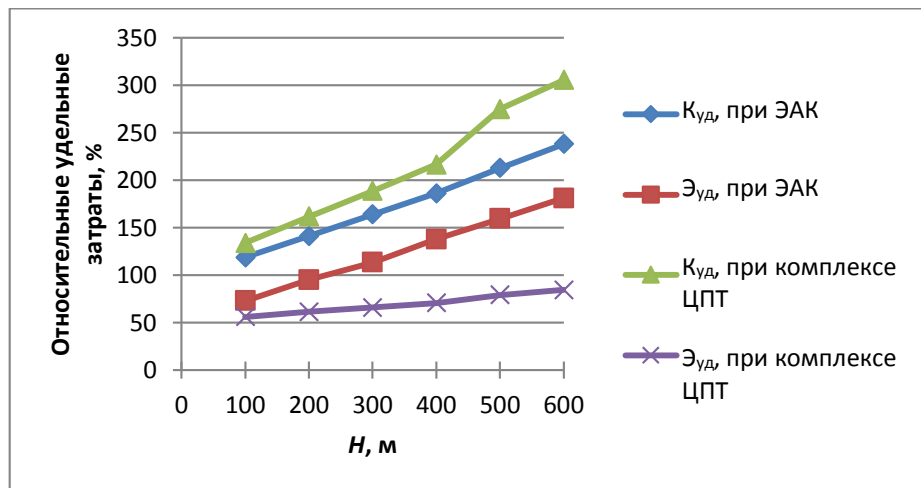


Рис. 5 – Изменение относительных удельных затрат при разработке руды в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 5 млн.т/год

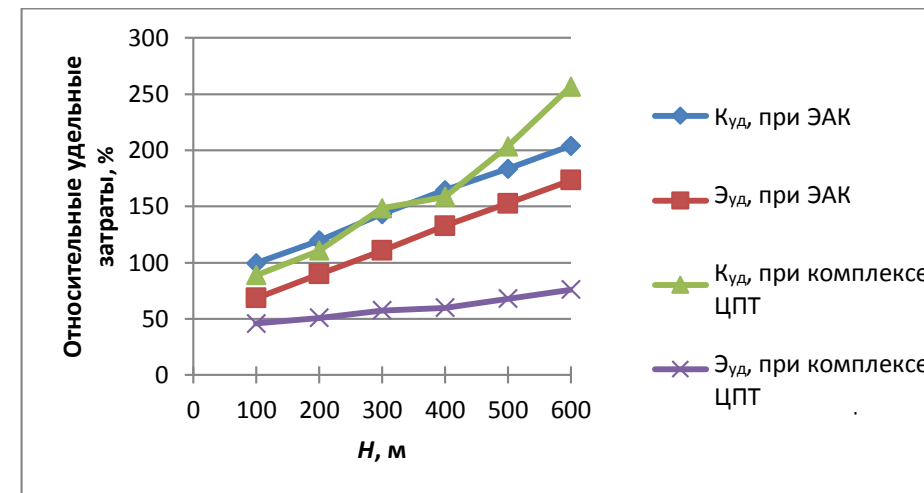


Рис. 7 – Изменение относительных удельных затрат при разработке руды в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 20 млн.т/год

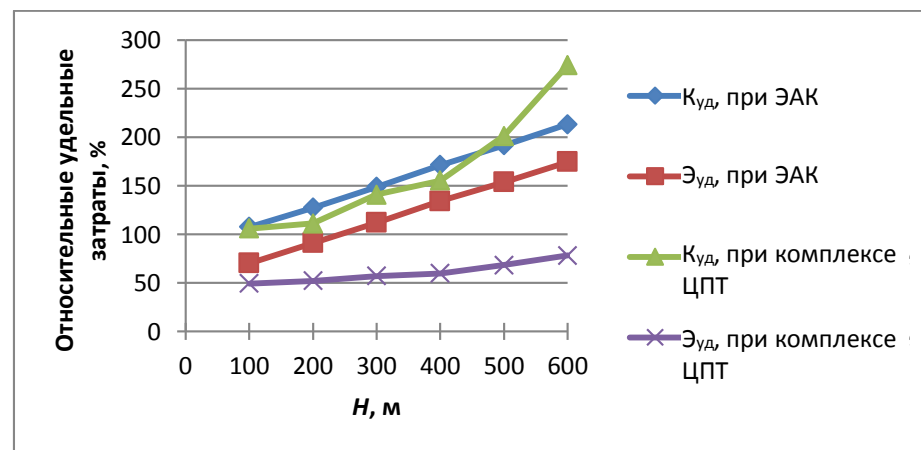


Рис. 6 – Изменение относительных удельных затрат при разработке руды в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 10 млн.т/год

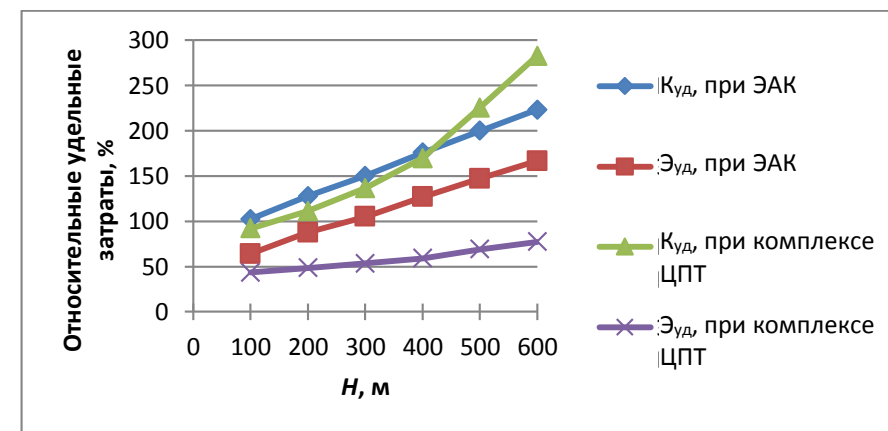


Рис. 8 – Изменение относительных удельных затрат при разработке руды в зависимости от высоты подъема горной массы при годовой производительности карьера 30 млн.т/год

Полученные результаты позволят в дальнейшем сравнивать варианты с использованием комплексов ЭАК и ЦПТ по затратам и определять их рациональные условия применения.

### Литература

1. Кулешов А.А. Мощные экскаваторно-автомобильные комплексы карьеров / А.А. Кулешов. – М.: Недра, 1980. – 317 с.
2. Смирнов В.П. Теория карьерного большегрузного автотранспорта / В.П. Смирнов, Ю.В. Лель. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. - 355 с.
3. Кармаев Г.Д. Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров / Г.Д. Кармаев, А.В. Глебов. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – 296 с.
4. Васильев М.В. Комбинированный транспорт на карьерах / М.В. Васильев. – М.: Недра, 1975. – 335 с.
5. Выбор вида карьерного транспорта (методика) / М.В. Васильев, В.Л. Яковлев и др. – М.: Недра, 1973. – 191 с.