



УДК 62–93

## COMPARISON OF EFFICIENCY OF PETROLEUM MACHINES AT THEIR PURCHASE

M.Ya.Buchinskiy<sup>1</sup>, A.M.Buchinskiy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> TOV «Еxpertnaftogas»

<sup>2</sup> Poltava National Technical University

### ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОГАЗОВИХ МАШИН ПРИ ЇХ ПРИДБАННІ

М.Я.Бучинський<sup>1</sup>, А.М.Бучинський<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТОВ «Експертнафтогаз»

<sup>2</sup> Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

#### ABSTRACT

**Purpose.** Consideration of the mechanism of complex evaluation of technical and economic indicators of machines at the stage of their acquisition.

**Methods.** Upgrading of fixed assets of expensive technological oil and gas equipment with a long period of operation requires careful comparative evaluation of different models of equipment and reasonable selection of more efficient ones.

**Findings.** The principles of estimation of efficiency of machines on cost of a life cycle are offered in the work.

**Originality.** Ways of further improvement of the equipment for creation of base on the mouth of the gushing well are planned.

**Practical implications.** The application of the proposed makes it possible to predict the quantitative assessment of the efficiency of the machine and to conclude on the feasibility and effectiveness of the purchase of a particular machine.

*Keywords: machine, life cycle cost, efficiency.*

#### Актуальність питання

Рано чи пізно настає момент придбання нової машини. Кожному хочеться, щоб вона принесла максимум вигоди, але критерії які використовують при цьому доволі часто бувають дуже односторонні: в одному випадку вибирають високу надійність, в іншому – виключно низьку ціну придбання, ще в інших керуються значним терміном експлуатації чи високою технологічністю. І часто виникає спокуса придбати суттєво дешевше обладнання, нехтуючи його технічними показниками. Хоча відомо, що вигреш від більшої довговічності значно перевищує зниження економічного ефекту від подорожчання машини. Тому, як загальне правило, економічний ефект в найбільшій мірі залежить від корисної

віддачі і довговічності машини, і саме ці фактори повинні бути в центрі уваги при виборі машин.

Особливо актуальне це питання в сучасній нафтогазовій галузі, де активно проводиться оновлення основних фондів. Зокрема, при придбанні, необхідно піддавати детальній оцінці такі види енергоємних і дорогих технологічних машин та їх комплексів з тривалим періодом експлуатації, як: мобільні установки для буріння та капітального ремонту свердловин, силове обладнання та системи верхнього приводу бурових установок, насосні блоки бурових установок, газомотокомпресори, мобільні насосні та компресорні агрегати, колтюбінгові та сваїнгові установки і т.ін.

Сьогодні, в світовій економіці, рішення з придбання дорогих машин приймаються не тільки за критерієм початкової ціни, а враховують всю

вартість її життєвого циклу (LCC – Life Cycle Cost) [1]. Цей критерій дозволяє ефективно оцінювати і контролювати реальні витрати та управляти ними на етапах від придбання до утилізації машини. Досвід показує, що дуже часто вартість володіння машиною в рази перевищує вартість її придбання.

Дж.Тейлором [2] запропонована формула для визначення мінімуму дисконтованих витрат за одиницю виконаної машиною роботи за термін її експлуатації. Модель такої задачі має наступний вигляд

$$c = (S_0 - S_n + \sum_{i=1}^n U_i) / \sum_{i=1}^n W_i \rightarrow \min \quad (1)$$

де  $S_0$  – вартість нової машини;

$S_n$  – залишкова вартість машини після  $n$  років експлуатації;

$U_i$  – експлуатаційні витрати, включаючи ремонт в  $i$ -му році;

$W_i$  – напрацювання машини в  $i$ -му році.

Ця формула поєднує в собі економічні показники (вартість життєвого циклу LCC у чисельнику) які приведені до технічних (одиниці виконаної роботи у знаменнику), що дає можливість комплексної оцінки техніко-економічних показників машин.

#### Отримання математичної залежності оцінки ефективності

На етапі придбання нової машини ми порівнюємо дві або більше аналогічні моделі, що розглядаються як можлива купівля, в тому числі порівнюємо їх із тими, що вже знаходяться в нашій експлуатації (за наявності таких). Одну з моделей визначаємо базовою, наприклад ту, що на перший погляд найбільш цікава для придбання, або ж ту що вже експлуатуємо. Інші моделі надалі називаємо моделями порівняння.

На жаль, у переважній більшості випадків відсутні абсолютні та точні значення величин, зазначених в формулі (1), що дало б змогу визначити абсолютне шукане значення.

Розглянемо кожну складову формули, зокрема, з точки зору можливості отримання достовірних чисельних значень та їх використання при порівняльній оцінці машин. При цьому використовуємо не тільки абсолютні величини, а й відносні, що дає можливість коректно виконати порівняльну оцінку отримуючи певний відносний показник техніко-економічної ефективності базової моделі та моделі порівняння. Період який розглядається рівний терміну корисної служби виробу.

Отже,  $S_0$  – вартість нової машини: абсолютна величина, що в першу чергу відома при продажі/покупці обладнання.  $S_n$  – залишкова вартість машини після  $n$  років експлуатації. Може бути подана у вигляді  $S_n = S_0 \cdot f_s(t)$ . Визначається з умов на ринку пропозицій бувших у вжитку машин та обладнання. Також може бути прогнозована з власного досвіду або за результатами експертної оцінки.

$\sum_{i=1}^n U_i$  – накопичені експлуатаційні витрати, за період експлуатації,  $\sum_{i=1}^n U_i = f_U(t)$ .

Ця величина може бути отримана:

- від компанії виробника у вигляді прогнозних значень LCC, що нині часто практикується;

- за даними досвіду експлуатації аналогічних машин з внесенням корегувань в бік збільшення / зменшення виходячи з власного досвіду чи експертних оцінок;

- використовуючи результати багатьох досліджень різних авторів у вигляді емпіричних залежностей.

$\sum_{i=1}^n W_i$  – напрацювання машин за період експлуатації.

Напрацювання обладнання найкраще може бути опосередковано і коректно виражено коефіцієнтом готовності, який є одним з головних показників роботи машини, і в той же час є комплексним показником її надійності. Він відображає такі властивості машини, як ремонтпридатність, безвідмовність та довговічність.

Коефіцієнт готовності визначається як відношення часу справної роботи до суми часу справної роботи і часу вимушених простоїв об'єкта, взятих за один і той же календарний термін. Ці дані можуть бути отримані:

- за даними досвіду експлуатації аналогічного обладнання з внесенням корегувань в бік збільшення / зменшення виходячи з власного досвіду чи експертних оцінок;

- використовуючи дані багатьох досліджень, як правило у вигляді емпіричних формул  $k_r = f_k(t)$ .

- керуючись загальновідомими залежностями для споріднених видів обладнання з їх корегуванням до наших умов.

Разом з цим вважаємо, що напрацювання машин не в повній мірі відображає технічні показники обладнання. Тому, окрім цього, слід врахувати його продуктивність, яка може характеризуватись технічним рівнем обладнання  $k_{тр} = const$ . Для базової моделі приймають  $k_{тр} = 1$ , а для моделей порівняння менше/більше одиниці, що відповідає меншому чи вищому технічному рівню виробу. Приймається з власного досвіду та/або за експертними оцінками. Відповідно

$$\sum_{i=1}^n W_i \equiv k_{тр} k_{тр} = k_{тр} f_k(t).$$

В результаті формула (1) набуває наступного загального вигляду

$$c = (S_0 - S_0 f_s(t) + f_U(t)) / k_{тр} \cdot f_k(t). \quad (2)$$

#### Виконання порівняльної оцінки ефективності моделей

Отримавши залежності для двох чи більше порівнюваних аналогічних моделей машин ми зможемо бачити, що значення  $c$  при  $t > 0$  буде різне, як і інтенсивність зростання функції (рис.1).

Відповідно при суміщеній графічній побудові функцій ми спостерігатимемо два випадки:

- коли графіки функцій не перетинаються за період раціонального терміну корисної служби;
- графіки функції перетинаються, тобто інтенсивність зростання однієї з функцій на початковому періоді експлуатації менша, ніж у другої, але з часом стає значно вищою. При цьому така зміна

інтенсивності зростання функцій спричиняє їх перетин.

Якщо в першому випадку безумовно більш ефективною буде машина з нижчими значеннями функції, то другий випадок, який трапляється в переважаючій більшості, підлягає додатковому аналізу. Розглянемо більш детально другий випадок.

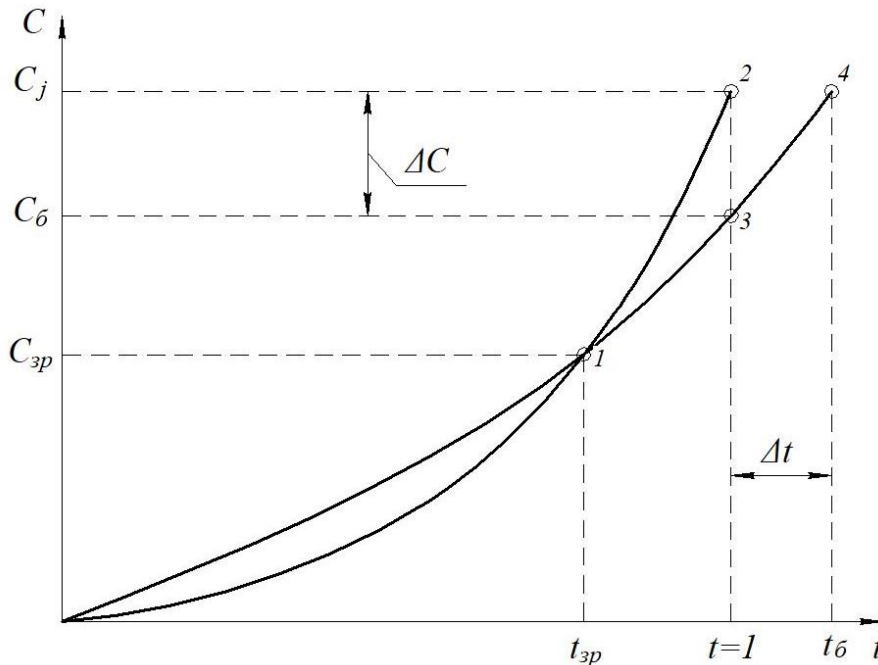


Рис. 1 – Залежності накоплених витрат двох порівнюваних моделей техніки за час її експлуатації

Характерними точками сумішених графічних залежностей є такі (рис.1):

- точка 1 – момент зрівноваження  $t_{зр}$  накоплених витрат  $C_{зр}$  при експлуатації машин;
- точки 2 та 3 – значення накоплених витрат  $C_j$  і  $C_б$  за розглядуваний планований період експлуатації  $t = 0 \dots 1$  для моделей порівняння;
- точка 4 – момент  $t_б$  досягнення однією з моделей величини накоплених витрат іншою моделлю за планований період  $t = 0 \dots 1$ .

Керуючись значеннями характерних точок, отримуємо такі величини порівняння:

1. Момент зрівноваження дисконтованих (накопичених) витрат  $t_{зр}$  для двох моделей порівняння. Момент, коли модель, що була більш ефективною до цього часу, стає менш ефективною в порівнянні з другою моделлю.

2. Різниця накопичених витрат  $\Delta C = C_j - C_б$  за період експлуатації  $t = 0 \dots 1$  двох порівнюваних моделей. Характеризує, наскільки більші/менші витрати може понести власник тієї чи іншої машини за період її експлуатації.

3. Тривалість експлуатації машини понад планований період  $\Delta t = t_б - 1$  за умови досягнення нею рівності накоплених витрат з машиною порівняння  $C_j$ . Характеризує на скільки часу більше можна експлуатувати одну машину порівняно з іншою при однакових накопичених витратах. При цьому виконати більший обсяг робіт і отримати додаткову фінансову вигоду.

### ВИСНОВКИ

Зазначені показники дають достатню порівняльну оцінку економічної ефективності експлуатації машин. На їх основі робиться висновок про доцільність та ефективність придбання того чи іншого аналогу машини. При цьому враховуються коротко- та довгострокові перспективи проекту, для виконання якого здійснюється придбання машини.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. B.S.Dhillon. Life Cycle Costing for Engineers. CRC Press. NewYork. 2010. 204 p.
2. Teylor J.S. A statistical theory of depreciation. The Journal of the American statistical Association. December, 1923. p.1010–1023.

### ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

**Актуальність проблеми.** Оновлення основних фондів дорогого технологічного нафтогазового обладнання з тривалим періодом експлуатації потребує ретельної порівняльної оцінки різних моделей обладнання та обґрунтованого вибору більш ефективної.

**Мета.** Розгляд механізму комплексної оцінки техніко–економічних показників машин на етапі їх придбання.

**Результати.** У роботі запропоновано принципи оцінки ефективності машин за вартістю життєвого циклу.

**Наукова цінність розробки.** Обґрунтовано математичну залежність оцінки ефективності машин. Розроблено алгоритм виконання порівняльної оцінки ефективності моделей машин.

**Практичне значення.** Застосування запропонованого методу дає можливість спрогнозувати кількісну оцінку ефективності машини та зробити висновок про доцільність та ефективність придбання того чи іншого аналогу машини.

*Ключові слова: машина, вартість життєвого циклу, ефективність.*

### ABSTRACT (IN RUSSIAN)

**Актуальность проблемы.** Обновления основных фондов дорогостоящего технологического нефтегазового оборудования с длительным периодом эксплуатации требует тщательной сравнительной оценки различных моделей оборудования и обоснованного выбора более эффективной.

**Цель.** Рассмотрение механизма комплексной оценки технико–экономических показателей машин на этапе их приобретения.

**Результаты.** В работе предложены принципы оценки эффективности машин по стоимости жизненного цикла.

**Научная ценность разработки.** Обоснована математическая зависимость оценки эффективности машин. Разработан алгоритм выполнения сравнительной оценки эффективности моделей машин.

**Практическое значение.** Применение предложенного метода дает возможность прогнозировать количественную оценку эффективности машины и сделать вывод о целесообразности и эффективности приобретения того или иного аналога машины.

*Ключевые слова: машина, стоимость жизненного цикла, эффективность.*

### ABOUT AUTHORS

**М.Я.Бучинський** головний інженер ТОВ «Експертнафтогаз», кандидат технічних наук, [mbuchynskiy@ukr.net](mailto:mbuchynskiy@ukr.net)

**А.М.Бучинський** студент Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», [abuchynskiy@ukr.net](mailto:abuchynskiy@ukr.net)