

**І. А. Ємельянова<sup>1</sup>, д.т.н., професор,  
П. М. Андренко<sup>2</sup>, д.т.н., професор,  
Д. О. Чайка<sup>1</sup>, аспірант**

<sup>1</sup> Харківський національний університет будівництва та архітектури

<sup>2</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

## **ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО ШЛАНГОВОГО БЕТОНОНАСОСА З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ**

Технічний рівень пропонуємого шлангового бетононасоса [1] може бути оцінено наступними показниками:

- універсальністю – можливістю використання машини з широким діапазоном продуктивності ( $P_{\text{техн}} = 5 \dots 20 \text{ м}^3/\text{год}$ ), використовуючи, при цьому, шланги різного діаметру ( $d_{\text{шл}} = 32 \dots 75 \text{ мм}$ ), при простій принциповій схемі;
- мінімальними витратами енергії та мінімальною вагою в порівнянні з діючими бетононасосами (зниження витрат енергії до 60 %);
- підвищенням коефіцієнта корисної дії в порівнянні з діючими шланговими бетононасосами на 17%;
- підвищеною надійністю та середнім часом безвідмовної роботи бетононасоса на 10%;
- зменшеною нерівномірністю подачі бетонної суміші в транспортний трубопровід на 15%.

При розрахунку показників технічного рівня бетононасоса з гідравлічним та механічним приводом, однаковими прийняті параметри робочого процесу машини:

- продуктивність;
- частота обертання ротора бетононасоса;
- рухливість бетонної суміші;
- максимальна висота та довжина транспортування бетонної суміші.

В якості аналога брали бетононасос з механічним приводом, а проекту з гідравлічним.

Ступінь відповідності параметрів оцінюваного бетононасоса з гідравлічним приводом бетононасоса розраховується за формулою [3]

$$I_i = P_i / P_i^e, \quad (1)$$

де  $I_i$  – параметричний індекс  $i$ -го параметра;  $P_i$  та  $P_i^A$  – відповідно, значення  $i$ -го параметра, який характеризує споживчі властивості оцінюваного бетононасоса і бетононасоса-аналогу.

Показник уніфікації, який характеризує ступінь насиченості бетононасоса стандартизованими і уніфікованими деталями – коефіцієнт використання, визначається на підставі даних конструкторської документації за формулою [4]

$$K_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{д}} - P_{\text{д0}}}{P_{\text{д}}} \cdot 100, \quad (2)$$

де  $P_{\text{д}}$  – загальна кількість деталей, шт.;  $P_{\text{д0}}$  – кількість оригінальних деталей, шт.

Зведений індекс показників технічного рівня розраховується за формулою:

$$I_{\text{и}} = \sum_{i=1}^n B_i \cdot I_i, \quad (3)$$

де  $I_i$  – величина параметричного індексу  $i$ -го параметру;  $B_i$  – величина вагомості  $i$ -го параметру.

Рівень показників технічного рівня бетононасоса з гідравлічним приводом визначається за формулою:

$$K = \frac{I_{\text{и}}}{I_{\text{ои}}}, \quad (4)$$

де  $I_{\text{ои}}$  – зведений індекс показників технічного рівня бетононасоса.

Зведений індекс показника технічного рівня розробленого бетононасоса з гідравлічним приводом становить 0,95 (табл. 1) і, за класифікацією [4], відповідає вищій категорії якості (відповідає, за технічним рівнем, кращим аналогам). Конкурентоспроможність розробленого бетононасоса з гідравлічним приводом, розрахована за залежністю (4), становить 1,249, тобто бетононасоса з гідравлічним приводом за показниками технічного рівня перевищує аналог (бетононасос з механічним приводом).

Нерівномірність подачі бетонної суміші пропонованим бетононасосом визначається коефіцієнтом нерівномірності подачі [5]:

- при використанні гідравлічного привода:

$$\delta_{\text{бнг}} = \frac{4(d_{\text{шл}} \pi n R^* - k_{\text{зпр}} h_{\text{щ}} \sqrt{\frac{2\Delta p_{\text{бн}}}{\rho_0}})}{d_{\text{шл}} (v_1 + v_2)}, \quad (5)$$

де  $d_{\text{шл}}$  – діаметр шланга, по якому подається суміш, м;  $n$  – частота обертання ротора бетононасоса, хв<sup>-1</sup>;  $R$  – радіус шланга покладеного в корпусі бетононасоса;  $k_{\text{зпр}}$  – емпіричний коефіцієнт, що враховує втрати на тертя і взаємний вплив ділянок в щільовому просторі;  $h_{\text{щ}}$  – висота щілини між стінками пережатого шланга;  $\Delta p_{\text{н}}$  – перепад тиску в насосі щодо початку всмоктування суміші;  $\rho_0$  – середня щільність бетонної суміші;  $v_1$  – максимальна окружна швидкість обертання ротора, при подачі бетонної суміші по гнучкому шлангу;  $v_2$  – мінімальна швидкість обертання ротора, при подачі бетонної суміші по гнучкому шлангу.

- при використанні механічного привода:

$$\delta_{\text{бнм}} = \frac{4(d_{\text{шл}} \pi n R^* - k_{\text{зпр}} h_{\text{щ}} \sqrt{\frac{2\Delta p_{\text{бн}}}{\rho_0}})}{d_{\text{шл}} v_{\text{л}}}. \quad (6)$$

Час його безвідмовної роботи бетононасоса визначається як [6]:

$$T = 1/\Lambda, \quad (7)$$

де  $\Lambda$  – сумарна інтенсивність відмов окремих елементів бетононасоса.

Таблиця 1 – Оцінка показників технічного рівня бетононасоса з гідравлічним приводом

Найменування основних параметрів	Величина показників якості за варіантами		Відносний показник технічного рівня виробу		Зведений індекс показника технічного рівня	
	Аналог	Проект	Аналог	Проект	Аналог	Проект
1. ККД бетононасоса, %	80	97	0,9	1,0	0,042	0,05
2. Пульсація $\delta$	1,286	1,093	0,78	0,92	0,126	0,15
3. Вага насоса $m$ , кг	250	125	0,31	1,0	0,1	0,2
4. Ресурс, год.	$2,099 \cdot 10^4$	$2,077 \cdot 10^5$	0,1	1,0	0,045	0,05
5. Однакові показники	–	–	–	–	0,5	0,5
Комплексний показник	–	–	–	–	0,813	0,95

### Висновок

1. Розроблена методика та вперше встановлено технічний рівень бетононасоса з гідравлічним приводом. Розрахунковим шляхом встановлено, що, за показниками технічного рівня, розроблений бетононасос з гідравлічним приводом відповідає вищій категорії якості (відповідає за технічним рівнем кращим аналогам). Зведений індекс показника технічного рівня розробленого бетононасоса з гідравлічним приводом становить 0,95, а конкурентоспроможність – 1,249. Доведено економічну ефективність від упровадження в виробництво і промисловість розробленого бетононасоса з гідравлічним приводом.

2. Розроблена методика визначення технічного рівня бетононасоса з гідравлічним приводом може бути використана при оцінці технічного рівня будь-яких машин для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій.

### Література

1. Емельянова И. А., Чайка Д. О. Беспоршневые универсальные бетононасосы нового конструктивного решения с гидравлическим приводом для условий строительной площадки / Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту ISSN 1994-7852, випуск 159, Харків 2016 – 125 с.
2. ГОСТ 2.116-84. Карта технического уровня и качества продукции – М.: Издательство стандартов, 2002.
3. Яковлев А. И. Социально-экономическая эффективность за умов ринку: навч. посібник / А. И. Яковлев. – К.: ІСДО, 1994. – 228 с.
4. РД 50 - 149 - 79. Методические указания по оценке технического уровня и качества продукции. Режим доступу: <http://www.labrate.ru>
5. Емельянова И. А., Андренко П. Н., Чайка Д. О. Степень неравномерности подачи бетонной смеси универсальным шланговым бетононасосом как функция параметров рабочего процесса / Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту ISSN 1994-7852, випуск 164, Харків, 2016.
6. Емельянова И. А., Чайка Д. О. Оцінка надійності безпоршневого шлангового універсального бетононасоса на стадії його проектування / Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту ISSN 1994-7852, випуск 162, Харків, 2016. – 226 с.