

рывов, делающих затрубное пространство скважин негерметичным, а также возможность цементирования разработанными тампонажными растворами любых скважин глубиной до 3000 м, в том числе с низкими пластовыми давлениями.

«Суммарный расчетный экономический эффект от внедрения облегченного и сверхлегкого тампонажного раствора с полыми стеклянными микросферами при креплении 12 нефтяных и 32 газовых скважин составит свыше 80 млн руб.» [2].

Наибольшей эффективностью обладают тампонажные материалы с микросферами и суперпластификатором С-3. «Они имеют пониженную на 20,48 % водопотребность и водопоглощение, повышенную на 10,50 % прочность на сжатие и 12,5.75 % – на изгиб, а также среднюю плотность, которая снижается до 0,78 г/см<sup>3</sup>; до 90 % возрастает гелевая пористость» [4].

При формировании тампонажного камня со стеклянными микросферами в условиях, имитирующих условия скважины, его структура и свойства значительно улучшаются; «снижается общая пористость, более чем в 2 раза выросла прочность» [5].

Таким решением проблемы качественного цементирования скважин в сложных горно-геологических условиях является разработка облегченных и сверхлегких тампонажных растворов со средней плотностью менее 1 г/см<sup>3</sup>, которые сохраняют однородность

по плотности за все время прокачивания в скважине, и имеющих нормированные показатели сроков схватывания, растекаемости и повышенную прочность камня при проверке на изгиб и сжатие. Таким требованиям удовлетворяют тампонажные материалы с полыми стеклянными микросферами.

#### Библиографические ссылки

1. Облегченные тампонажные растворы для крепления газовых скважин / В. И. Вяхирев, В. П. Овчинников, П. В. Овчинников, В. В. Ипполитов, А. А. Фролов, Ю. С. Кузнецов, В. Ф. Янкевич, С. А. Уросов. – М. : Недра, 2000. – 134 с.

2. *Орешкин Д. В.* Теплоизоляционный тампонажный материал с полыми стеклянными микросферами // XI Польско-Российский семинар «Теоретические основы строительства». – Варшава ; М. : АСВ, 2002. – С. 301–308.

3. *Первушин Г. Н., Орешкин Д. В.* Проблемы трещиностойкости облегченных цементных материалов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2002. – 212 с.

4. *Данилов М. В.* Подготовка и верификация исходных данных для геолого-технологического моделирования нефтяных месторождений и создания промысловых баз данных : дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск : ИжГТУ, 2008 03.

5. *Сенилов М. А., Данилов М. В.* Укрупненные этапы создания трехмерных геолого-гидродинамических моделей нефтегазовых месторождений // Интеллектуальные системы в производстве. – 2012. – № 2(20). – С. 153–156.

A. S. Suntsov, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

M. V. Danilov, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Lightweight and Super-Lightweight Backfill Materials with Hollow Glass Microspheres for Cementing Oil and Gas Wells

*The article is devoted to the use of backfill materials with hollow glass microspheres in the construction of oil and gas wells.*

**Key words:** backfill materials, backfill materials with hollow glass microspheres, cementing oil and gas wells.

УДК 69:338

С. И. Россавская, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Н. М. Якушев, кандидат экономических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

### РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Приведена сравнительная оценка металлических и клееных деревянных конструкций, а также представлен расчет экономического эффекта.*

**Ключевые слова:** себестоимость СМР, экономический эффект, учет качественных параметров.

Одним из важнейших направлений повышения экономической эффективности проектных решений является использование прогрессивных изделий и конструкций. Набирают темпы применения в современном строительстве клееные деревянные конструкции (КДК). Древесина хорошо зарекомендовала себя при сооружении про-

мышленных объектов с химически агрессивной средой, спортивно-зрелищных объектов, рынков и павильонов. Современный уровень развития науки и технологий позволяет обеспечить высокие конструктивные качества КДК, снизить их массу, обеспечить химическую стойкость, долговечность и огнестойкость (табл. 1).

Для обоснования целесообразности использования КДК при строительстве спортивного сооружения нами были выполнены расчеты в соответствии с Инструкцией по определению экономической эффективности [1]. В качестве сравниваемых вариантов выбраны стальная рама по Серии 1.222.3-2 [2] и деревянная клееная рама по Серии 1.222.5-1 [3]. Рамы подобраны пролетом 18 м с одинаковыми габаритными размерами.

При сравнении вариантов конструктивных решений используют систему технико-экономических показателей (ТЭП). Для определения этих показателей были составлены локальные сметы и локальные ресурсные ведомости по обоим вариантам на основе Методических указаний МДС 81-1.99 [4]. Значения показателей представлены в табл. 2.

Таблица 1. Сравнительная оценка конструкций

| Параметр   | Металлическая конструкция (вариант 1) | Клееная деревянная конструкция (вариант 2)   |
|--|---------------------------------------|--|
| Теплопроводность, Вт/мК  | Сталь-58                              | Сосна-0,23   |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>                                       | 7700-7900                             | 500-600  |
| Срок службы, год   | 30                                    | Не менее 50  |
| Степень огнестойкости  | II-IIIа                               | IIIб   |
| Коррозионная стойкость   | Низкая                                | Высокая  |
| Температурный коэффициент линейного расширения, м/м <sup>0</sup> С | 13·10 <sup>-6</sup>                   | 5·10 <sup>-6</sup>   |
| Нахождение в огне при температуре 500 <sup>0</sup> С               | Разрушается                           | Обугливается, сохраняет несущие свойства   |
| Сборка   | Требуется сварка                      | Возможен монтаж в любое время года   |
| Эстетичность   | Требуется отделка                     | Высокие художественные качества, архитектурная выразительность, не требует отделки |
| Экологичность  | Материал экологически чистый          | Материал экологически чистый   |

Таблица 2. Техничко-экономические показатели по вариантам

| Показатели                           | Единица измерения | Вариант 1 | Вариант 2 |
|--------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| 1. Количество конструкций            | Ед.               | 6         | 6         |
| 2. Сметная стоимость каркаса         | Руб.              | 844894    | 1090395   |
| 3. Себестоимость СМР                 | »                 | 736751    | 1013593   |
| 4. Средства на оплату труда          | »                 | 34751     | 26876     |
| 5. Трудозатраты                      | Чел.-дн.          | 37,1      | 27,9      |
| 6. Капитальные вложения              | Руб.              | 528       | 218       |
| 7. Годовые эксплуатационные затраты  | Руб./год          | 38865     | 29332     |
| 8. Продолжительность монтажа каркаса | Дн.               | 7         | 6         |
| 9. Срок службы                       | Год               | 30        | 50        |

Эксплуатационные затраты учитывают амортизационные отчисления, затраты на ремонт, содержание конструкций и определены по укрупненным нормативам. Из табл. 2 видно, что сметная стоимость КДК превышает стоимость металлических на 23 %, но остальные ТЭП у 2-го варианта значительно лучше. Расчет экономического эффекта от создания и эксплуатации зданий с улучшенными объемно-планировочными и конструктивными решениями производится по формуле

$$\mathcal{E} = \beta \varphi \sum Z_1 \alpha + \mathcal{E}_3 - \sum Z_2 \alpha, \quad (1)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  – приведенные затраты на монтаж конструкций на стройплощадке, руб.;  $\alpha$  – коэффициент приведения к году завершения строительства: так как срок строительства объекта менее года, в данном расчете не учитывается;  $\varphi$  – коэффициент учета изменения срока службы;  $\beta$  – коэффициент учета качественных параметров сравниваемых вариантов.

Приведенные затраты рассчитываются по формуле

$$Z_i = C_i + E_n K_i, \quad (2)$$

где  $Z_i$  – приведенные затраты по  $i$ -му варианту конструкции, руб.;  $C_i$  – себестоимость СМР по  $i$ -му варианту конструкции, руб.;  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  $K_i$  – удельные капитальные вложения по  $i$ -му варианту конструкции, руб.

$$Z_1 = 736751 + 0,15 \cdot 528 = 736830 \text{ руб.}$$

$$Z_2 = 1013593 + 0,15 \cdot 218 = 1013626 \text{ руб.}$$

Коэффициент  $\varphi$  определяется по формуле

$$\varphi = \frac{P_1 + E}{P_2 + E}, \quad (3)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  – доли сметной стоимости строительных конструкций в расчете на 1 год их службы по сравниваемым вариантам, принимаются по данным прил. 2 [1];

$$\varphi = \frac{0,1561}{0,15086} = 1,034.$$

Применение КДК при строительстве объекта, несомненно улучшает эстетические и экологические характеристики объекта. Замена металлических конструкций на деревянные повышает выразительность интерьера, целостность композиции, что имеет большое значение для спортивно-зрелищных

сооружений. Влияние качественных показателей на величину экономического эффекта можно учесть при помощи коэффициента  $\beta$ , исчисляемого методом экспертных оценок. Результаты экспертного опроса и расчет коэффициента приводятся в табл. 3. В качестве экспертов были привлечены работники проектной организации. Рассчитан показатель согласованности мнений экспертов и средние экспертные оценки.

Таблица 3. Расчет коэффициента учета качественных параметров балловым методом

| Показатели качества       | Значение показателя в баллах |                    | Соотношение показателей | Значимость показателя качества в баллах | Коэф. весомости | Коэф. учета качественных параметров |
|---------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|---|-----------------|-------------------------------------|
|                           | металлические                | клееные деревянные |                         |   |                 |                                     |
| Выразительность интерьера | 0,7                          | 1                  | 1,43                    | 0,8                                     | 0,229           | 0,327                               |
| Целостность композиции    | 0,8                          | 1                  | 1,25                    | 0,9                                     | 0,257           | 0,321                               |
| Экологичность             | 0,9                          | 1                  | 1,11                    | 1                                       | 0,285           | 0,316                               |
| Теплопроводность          | 0,4                          | 1                  | 2,5                     | 0,8                                     | 0,229           | 0,573                               |
| ИТОГО                     | –                            | –                  | –                       | 3,5                                     | 1               | 1,54                                |

Экономический эффект в процессе эксплуатации конструкций рассчитывается по формул

$$\mathcal{E}_3 = \frac{I_2 \cdot \beta - I_1}{P_2 + E}, \quad (4)$$

где  $I_1$  и  $I_2$  – годовые издержки в сфере эксплуатации на единицу конструктивного элемента здания, руб.;

$$\mathcal{E}_3 = \frac{29332 \cdot 1,54 - 38865}{0,15086} = 41802 \text{ руб.}$$

Подставляем полученные значения показателей в формулу (1) и определяем экономический эффект:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= 1,54 \cdot 1,034 \cdot 736830 + 41802 - 1013626 = \\ &= 201,475 \text{ тыс. руб./объект.} \end{aligned}$$

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод, что применение КДК существенно сокращает трудоемкость строительства, капитальные вложения

и эксплуатационные расходы. Несмотря на высокую сметную стоимость, возможно получение экономического эффекта при учете качественных характеристик (социально-культурные объекты) или использование деревянных конструкций в агрессивной среде.

#### Библиографические ссылки

1. СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [Утв. Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 13 декабря 1978 г.]. – 48 с.
2. Серия 1.222.3-2. Рамы для каркасов общественных зданий на основе профилей Первоуральского завода комплектных металлоконструкций. – Вып. 1. – Введ. 1990.02.01.
3. Серия 1.222.5-1. Деревянные клееные рамы для общественных зданий. – Вып. 2. – Введ. 1983.09.01
4. МДС 81-1.99. Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации / Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 2000.

S. I. Rossavskaya, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
N. M. Yakushev, PhD in Economics, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Calculation of Economic Efficiency Indicators of Laminated Wood Constructions Application

The article presents the comparative assessment of metal and laminated wood constructions, and calculation of economic effect is also presented.

**Key words:** cost price CIW, economic effect, accounting of quality parameters.