

*Митюков Андрей Михайлович  
студент  
Тюменский индустриальный университет  
Россия, г. Тюмень  
e-mail: mityukov2000@yandex.ru*

*Научный руководитель: Забоева Марина Ивановна,  
кандидат технических наук, доцент,  
Тюменский индустриальный университет  
Россия, г. Тюмень*

## **ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КРЕПИ СКВАЖИН**

***Аннотация:** В статье рассматриваются проблемы долговечности крепи скважин с позиций экологической безопасности и охраны окружающей среды. Автор анализирует проблемы повышения качества и эксплуатационной надежности крепи скважин и приходит к выводу об эффективности одного из параметров.*

**Ключевые слова:** скважина, экологическая безопасность, охрана окружающей среды, надежность крепи.

*Mityukov Andrei Mikhailovich  
student  
Tyumen Industrial University  
Russia, Tyumen*

*Scientific adviser: Zaboeva Marina Ivanovna,  
candidate of technical sciences, associate professor,  
Tyumen Industrial University  
Russia, Tyumen*

## **PROBLEMS OF IMPROVING QUALITY AND OPERATIONAL RELIABILITY OF WELL-MOUNTED WELLS**

***Abstract:** The article discusses the problems of durability of well support from the standpoint of environmental safety and environmental protection. The author analyzes the problems of improving the quality and operational reliability of well support and comes to the conclusion about the effectiveness of one of the parameters.*

**Key words:** well, environmental safety, environmental protection, lining reliability.

Рассматривая проблемы долговечности крепи скважин с позиций экологической безопасности и охраны окружающей среды, естественным является желание создать однородный непроницаемый цементный камень высокой прочности и долговечности, не менее срока разработки месторождения.

В этой связи вопросы прогнозирования долговечности и «времени жизни» цементного камня весьма актуальны и проблематичны.

Многочисленные экспериментальные исследования показывают, что свойства тампонажного раствора и камня в локальных точках отбора проб из общей массы твердеющего цемента различны, а законы распределения показателей свойств близки к нормальному. Это обстоятельство невозможно объяснить на базе современных экспериментальных исследований, которые практически себя исчерпали. Назрела необходимость развития аналитических методов исследования, способных выявить более тонкие физико-структурные свойства раствора и камня и установить те физические характеристики, которые остаются для них постоянными при твердении и при разрушении. В этой связи нами рассмотрены кинетическая концепция прочности твердых тел и вероятностные модели описания свойств гетерогенных систем.

Сравнение экспериментальных данных Булатова А.И. и др. по набору прочности цементного камня при твердении с результатами исследований по разрушению камня при коррозии позволили выдвинуть гипотезу о взаимной симметрии процессов твердения и статического разрушения. При этом в качестве постоянной характеристики цемента нами принята средняя энергия тепловых флуктуации  $U_0$ , которая при наборе прочности остается постоянной для данного типа цемента, а для потери прочности при температурной коррозии она равна -  $2U_0$ , т.е. максимальной энергии флуктуации. Такой подход позволил нам использовать модель СМ. Журкова для прогнозирования прочности и долговечности цементного камня

$$\sigma = a + b \ln \frac{\tau}{\tau_0}, \quad (1)$$

$$\tau = \tau_0 \exp\left(\frac{\sigma - a}{b}\right), \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  - коэффициенты, равные:  $a = U_0 / \gamma$ ,  $b = KT / \gamma$ ;

$\tau$  - время работы камня, с;

$\tau_0$  - постоянная величина, связанная с периодом собственных колебаний атомов,  $\tau_0 \approx 10^{-13}$  с;

$U_0$  - начальная средняя энергия активации (тепловой флуктуации), ккал/моль, ккал/моль;

$\gamma$  - структурно-чувствительный коэффициент,  $\frac{\text{ккал} \cdot \text{мм}^2}{\text{моль} \cdot \text{кг}}$ ;

$\sigma$  - среднее напряжение от внешней нагрузки, кг/мм<sup>2</sup>;

$K$  - постоянная Больцмана, равная  $1,98 \cdot 10^{-3} \frac{\text{ккал}}{\text{моль} \cdot \text{K}^0}$ ;

$T$  - абсолютная температура, К<sup>0</sup>.

Для определения  $a$  и  $b$  были использованы многочисленные экспериментальные данные, полученные в работах Булатова А.И., Новохатского Д.Ф., Гольдштейна В.В., Гамзатова СМ. и др. по набору прочности цементов при твердении и разрушению в результате воздействия температурной коррозии.

Расчеты для различных условий твердения и разрушения показали, что средние значения энергии активации для портландцемента при изгибе и сжатии соответственно равны  $U_u = 24,3 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}$  и  $U_c = \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}$ , а среднеквадратичные отклонения составляют  $S_u = 1,16$  и  $S_c = 1,29$ . Эти средние статистически не различимы по критерию Стьюдента ( $t_p = 0,91$ ;  $t_{табл} = 2,31$ ).

Следовательно, можно принять, что они равны (

$U_u = U_c = U_0 = 24,8 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}$  и не зависят от условия эксперимента (давление и

температура). При температурной коррозии среднее значение

$$U = 2U_0 = 48,5 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}.$$

Высокая степень корреляции полученных моделей исходным данным указывает, что формулы (1) и (2) можно использовать для прогнозирования набора прочности и долговечности цементного камня при заданном значении действующих напряжений.

Сказанное выше приобретает особо важное значение для цементного камня, который образуется в реальных условиях скважины, где по стволу воздействуют различные нагрузки, температура и агрессивные среды. Причем, эти воздействия начинаются с момента закачивания раствора в скважину и продолжаются в процессе твердения и далее. Поэтому цементный камень, имеющий предел прочности  $\sigma$ , может быть разрушен через промежуток времени  $\tau$  под статическим напряжением, значительно меньшим предела прочности.

Таким образом, при исследованиях набора прочности цементного камня во времени можно определять единственный параметр  $U_0$ , который позволяет прогнозировать и прочность, и долговечность цементного камня.