

у 5...10 разів перевищує товщину НК, з якого виготовлено ЧЕ. До поверхні ЧЕ у відповідних місцях приварено три контакти 5 із золотого мікродроду.

ЧЕ встановлюють на поверхні підкладки в такий спосіб. Спочатку на поверхню об'єкта наносять тонких прошарок клею 2 (так званий шар-підстилка). Розміри його в плані перевищують розміри ЧЕ в поздовжньому напрямку у два рази в поперечному - у 6...10 разів. Після затвердження прошарку 1 на нього наносять клеєвий прошарок 3, розмір якого в поздовжньому напрямку удвічі менший за розмір прошарку 1, а в поперечному їх розміри однакові. На прошарок 1 встик з прошарком 2 накладають нову електроізоляційну плівку 7, наприклад фторопластову. Поверх цього накладають ЧЕ з привареними контактами, так, щоб розташувати середній контакт навпроти межі між проміжком і ізоляційною плівкою. Після затвердження клею, половина ЧЕ, що контактує з прошарком 3, отримає жорсткий зв'язок з поверхнею підкладки через прошарки 2 та 3, а інша частина залишиться вільною (непідклеєною).

**Висновок.** Виконано вибір та наукове обґрунтування давачів для вимірювання деформації і температури у конструкціях транспортних споруд. Розроблено конструкцію комплексного давача для вимірювання напружено-деформованого стану і температури у елементах мостових конструкцій. Встановлено переваги даного давача у порівнянні з іншими тензорезисторами.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт по темі „Розробити рекомендації із вимірювання характеристик напружено-деформованого стану елементів мостів при змінних температурах”. ДерждорНДІ, 2007. –62с.
2. М.Р.В. 2.3 – 218 – 03450778 – 6843:2007. Методичні рекомендації з вимірювання характеристик напружено-деформованого стану елементів моста при змінних температурах / Й.Й.Лучко (керівник), Н.О.Гембара, В.В.Дяків, Р.Я.Пелех. Київ: ДерждорНДІ, 2007. – 18с.
3. Ах. 1329334 СССР. Кл G01 K 7/00 Полупроводниковый датчик температуры/ И.Д.Гортинская, С.С.Варшава. - Опубл. Бюл.№29.
4. А.с. 1698854 СССР. Кл G01 R 33/05. Датчик для измерения слабых магнитных полей/ А.А.Андарало, И.И.Васильев, В.И.Прошин, В.А.Ярмоленко. - Опубл. Бюл. №46.
5. Лучко Й.Й., Коваль П.М., Дем'ян М.Л. Методи дослідження та випробування будівельних матеріалів і конструкцій. Львів: Каменяр, 2001. –436с.
6. Байцар Р.І., Варшава С.С. Напівпровідникові мікросенсори. —Львів: Видавництво ЛвЦНТЕІ, 2001.– 290с.
7. Чекурін В.Ф., Дем'ян М.Л., Лучко Й.Й. Передавальні характеристики пружного елемента для моніторингу трубопроводу./ Зб. наук. пр. Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів і конструкцій. Львів: Каменяр.2002. –Вип.5.–С.400–405.
8. Тензометрия в машиностроении, Справочное пособие. Под ред. Р.А. Макарова. М.: Машиностроение, 1975. – 288с.

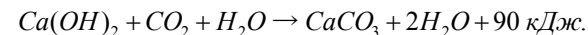
УДК: 666.9: 691.511: 691.316

#### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА ПРОЦЕСС КАРБОНИЗАЦИИ ИЗВЕСТКОВОГО ТЕСТА

*Н.В. Любомирский, к.т.н., доцент, Т.А. Локтионова, аспирантка,  
А.С. Бахтин, аспирант*

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства,  
г. Симферополь*

Карбонизация извести описывается следующим общим химическим уравнением:



По данным большинства источников [1, 2] реакция карбонизации идет на поверхности известкового теста, и почти не проходит внутри материала. Углекислый газ не проникает вглубь частично из-за образования пленки  $CaCO_3$ , обладающей низкой проницаемостью, частично из-за воды, находящейся в тесте или образующейся в ходе реакции.

Несмотря на данные утверждения в 40–50-х гг. XX ст. была разработана и осуществлена в заводских условиях технология получения искусственно карбонизированных известковых изделий, обладающих высокой прочностью и влагостойкостью [3]. Исследователями было установлено, что процесс карбонизации больше всего зависит от влажности известкового теста. Известь в изделиях с повышенным содержанием воды, внесенной при формовке, а также изделиях высушенных до постоянного веса, в реакцию с углекислым газом практически не вступает. Оптимальной была признана влажность 5–8 %.

Авторами статьи были проведены лабораторные исследования, в ходе которых возможность получения известкового материала контактно-карбонизационного твердения была полностью подтверждена [4, 5]. Анализ экспериментальной части, посвященной изучению одновременного влияния технологических факторов – формовочного давления прессования, влажности известкового теста и времени на процесс карбонизации извести, показал, что наибольшее влияние на конечные свойства опытных образцов оказывают удельное давление прессования и влажность теста. С ростом показателей данных факторов скорость поглощения углекислого кальция снижается, и толщина карбонизированного слоя уменьшается.

Продолжая изучение оптимальных параметров прохождения процесса карбонизации, была проведена вторая серия лабораторных испытаний, где в качестве основных технологических факторов приняли – температуру карбонизации, влажность формируемой смеси, время. Для проведения экспериментов, использовали известь Мариупольского металлургического комбината. Активность извести составляла 62 %. Время гашения 120 с, температура гашения – 373 К. Опытные образцы-цилиндры диаметром 28 мм изготавливались путем контактного формирования при удельном давлении

прессования 7,5 МПа. Карбонизацию образцов осуществляли в установке с автоматическим управлением [6]. Известковые образцы, перед подачей в камеру карбонизации углекислого газа, выдерживали при постоянно поддерживаемой в камере температуре. Подача CO<sub>2</sub> в камеру осуществлялась после выравнивания температуры образцов и температуры среды в камере. При карбонизации образцов в камере отмечался температурный максимум 345 К. После снижения температуры, до окончания опыта в камере поддерживалась начальная температура.

Для обработки данных и получения математических моделей был использован рототабельный центральный композиционный план. В качестве основных факторов, влияющих на физико-механические свойства образцов, карбонизируемых при различной температуре, были приняты:

- Z<sub>1</sub> – формовочная влажность известкового теста, %, мас.;
- Z<sub>2</sub> – температура карбонизации, К;
- Z<sub>3</sub> – время карбонизации, с.

Условия планирования эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условия планирования эксперимента

| Факторы                        |                  | Уровни варьирования |       |       | Интервал варьирования |
|--------------------------------|------------------|---------------------|-------|-------|-----------------------|
| Натуральный вид                | Кодированный вид | -1                  | 0     | +1    |                       |
| Формовочная влажность, %, мас. | Z <sub>1</sub>   | 15                  | 17,5  | 20    | 2,5                   |
| Температура, К                 | Z <sub>2</sub>   | 303                 | 313   | 323   | 10                    |
| Время карбонизации, с          | Z <sub>3</sub>   | 10800               | 21600 | 32400 | 10800                 |

В качестве исследуемых параметров принимали:

- Y<sub>1</sub> – прочность при сжатии (R<sub>сж</sub>), МПа;
- Y<sub>2</sub> – плотность образцов (ρ), г/см<sup>3</sup>;
- Y<sub>3</sub> – толщина карбонизированного слоя (δ), мм;
- Y<sub>4</sub> – коэффициент размягчения, K<sub>p</sub>.

Эксперимент повторяли трижды, а величину параметра оптимизации определяли как среднее арифметическое.

Уравнение регрессии для изучаемых свойств имеет вид:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i z_i + \sum_{i;l=1}^n b_{il} z_i z_l + \sum b_{ii} z_i^2, (i < l) \quad (1)$$

Матрица планирования и экспериментальные данные представлены в таблице 2.

Оценки коэффициентов регрессии рассчитывались по стандартной методике для рототабельных композиционных планов [7, 8, 9].

В результате расчета были получены следующие уравнения регрессии: после карбонизации:

$$\hat{Y}_1 = 1014 + 0,44Z_1 + 0,70Z_2 + 0,16Z_3 - 0,27Z_1^2 - 0,57Z_2^2 - 1,42Z_3^2 - 0,75Z_1Z_2 + 0,28Z_1Z_3 - 0,40Z_2Z_3; \quad (2)$$

$$\hat{Y}_2 = 1,39 + 0,03Z_1 - 0,01Z_2 + 0,00Z_3 - 0,01Z_1^2 - 0,02Z_2^2 - 0,028Z_3^2 + 0,006Z_1Z_2 - 0,007Z_1Z_3 + 0,003Z_2Z_3; \quad (3)$$

$$\hat{Y}_3 = 7,30 - 0,25Z_1 + 0,59Z_2 + 1,78Z_1^2 + 1,78Z_2^2 - 0,75Z_1Z_2 + 0,75Z_1Z_3; \quad (4)$$

$$\hat{Y}_4 = 0,63 + 0,02Z_1 - 0,01Z_2 - 0,01Z_3 - 0,015Z_1^2 - 0,02Z_2^2 - 0,04Z_3^2 + 0,01Z_1Z_2 + 0,02Z_1Z_3 + 0,01Z_2Z_3; \quad (5)$$

возрасте 28 суток:

$$\hat{Y}_1 = 12,2 + 1,46Z_1 - 0,65Z_2 + 0,20Z_3 - 0,76Z_1^2 - 1,24Z_2^2 + 2,08Z_3^2 - 0,94Z_1Z_2; \quad (6)$$

$$\hat{Y}_2 = 1,417 + 0,02Z_1 - 0,01Z_2 - 0,01Z_3 - 0,015Z_1^2 - 0,02Z_2^2 - 0,04Z_3^2 + 0,01Z_1Z_2 + 0,02Z_1Z_3 + 0,01Z_2Z_3; \quad (7)$$

Проверка адекватности описания объекта полиномом второго порядка производилась с помощью F-критерия Фишера по формуле:

$$F = \frac{S_{ад}^2}{S_{ооc}^2 \{y\}}, \quad (8)$$

Для уравнений:

$$\hat{Y}_1(9)F_{P(Y_1)} = 1,60; \hat{Y}_2(10)F_{P(Y_2)} = 1,56; \hat{Y}_3(11)F_{P(Y_3)} = 1,98; \hat{Y}_4(12)F_{P(Y_4)} = 1,96.$$

Критическое значение F<sub>T</sub> критерия Фишера находилось из таблиц [7] для каждого Y при заданном уровне значимости 5%:

$$\text{для } \hat{Y}_1(n_{priv_{зн}} = 20(3-1) = 40; v_{зн} = 20 - 10 = 10) F_{T(\hat{Y}_1)} = 2,07 > F_{P(\hat{Y}_1)} = 1,60;$$

$$\text{для } \hat{Y}_2(n_{priv_{зн}} = 20(3-1) = 40; v_{зн} = 20 - 10 = 10) F_{T(\hat{Y}_2)} = 2,07 > F_{P(\hat{Y}_2)} = 1,56;$$

$$\text{для } \hat{Y}_3(n_{priv_{зн}} = 20(3-1) = 40; v_{зн} = 20 - 10 = 10) F_{T(\hat{Y}_3)} = 2,07 > F_{P(\hat{Y}_3)} = 1,98;$$

$$\text{для } \hat{Y}_4(n_{priv_{зн}} = 20(3-1) = 40; v_{зн} = 20 - 8 = 12) F_{T(\hat{Y}_4)} = 2,0 > F_{P(\hat{Y}_4)} = 1,96;$$

Таким образом, гипотеза об адекватности математической модели не отвергается.

Уравнения регрессии, моделирующие процесс карбонизации известкового теста при различных температурах показывают, что влияние температуры наибольшее после карбонизации, с течением времени

приобретает отрицательный характер, приводя к уменьшению показателей исследуемых параметров.

Так из уравнения (2), описывающего изменение прочности в зависимости от исследуемых факторов, следует, что значение температуры ( $Z_2$ ) определяет показатель прочности в наибольшей степени. С увеличением температуры прочность увеличивается. Влияние влажности ( $Z_1$ ) также очень высокое, увеличение данного фактора приводит к росту прочности. Наименьшим влиянием на показатель прочности обладает температура карбонизации ( $Z_3$ ). Из взаимодействия факторов следует, что наибольшее влияние оказывает взаимодействие факторов ( $Z_1Z_2$ ), причем одновременное наибольшее или наименьшее значения данных факторов приводит к уменьшению прочности. С течением времени, как видно из уравнения (6), зависимость значения прочности от параметров эксперимента изменяется. В-первых, возрастает значение величины влажности смеси на прочность, во-вторых, значение величины температуры напротив приобретает отрицательный характер – увеличение температуры ведет к уменьшению прочности со временем. Характер влияния температуры практически не изменяется.

Изменение средней плотности карбонизированных образцов, как следует из уравнения (3), прежде всего, зависит от начальной влажности формуемой смеси ( $Z_1$ ), причем с увеличением влажности плотность также возрастает. Рост температуры напротив оказывает отрицательное влияние – увеличение данного фактора приводит к уменьшению показателя плотности. Взаимодействие факторов показывает, что одновременное наибольшее или наименьшее значения в паре ( $Z_1Z_2$ ) приводят к росту плотности, а соответствующие значения в паре ( $Z_1Z_3$ ) напротив к снижению плотности. Уравнение (7), описывающее влияние факторов на значение плотности в 28 суточном возрасте, показывает, что, в общем, влияние факторов эксперимента сохраняет те же тенденции, что и сразу после карбонизации.

Толщина карбонизированного слоя увеличивается с ростом температуры, как видно из уравнения (4). Рост влажности препятствует прохождению процесса карбонизации, при ее увеличении карбонизированный слой уменьшается. В совместном влиянии факторов следует отметить одинаковую степень влияния ( $Z_1Z_2$ ) и ( $Z_1Z_3$ ), только в первом случае одновременные крайние значения факторов ведут к уменьшению карбонизированного слоя, а во втором к увеличению.

Значение коэффициента размягчения увеличивается с увеличением начальной влажности пресованных образцов. Возрастание значений температуры ( $Z_2$ ) и времени ( $Z_3$ ) приводит к снижению величины  $K_p$ . Совместное влияние факторов демонстрирует, что в каждой паре

одновременные крайние значения показателей приводят к росту коэффициента размягчения.

Поиск области гарантированных значений факторов определяли графическим способом. Линии одинаковых уравнений предела прочности при сжатии и плотности при фиксированном времени карбонизации 21600 с ( $Z_3 = 0$ ) показаны на рис. 1.

Таблица 2.  
Матрица планирования и экспериментальные данные

| Группы точек | № опыта | Матрица планирования |        |        | Квадраты переменных |         |         | Взаимодействие |          |          | Экспериментальные данные |              |              | Прочность, $Y_1$ , МПа |       |       | Плотность, $Y_2$ , г/см <sup>3</sup> , 28сут | $\delta$ , $Y_3$ , мм 1 сут | Кр., $Y_4$ 1сут |
|--------------|---------|----------------------|--------|--------|---------------------|---------|---------|----------------|----------|----------|--------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|-------|--|-----------------------------|-----------------|
|              |         | g                    | $Z_1$  | $Z_2$  | $Z_3$               | $Z_1^2$ | $Z_2^2$ | $Z_3^2$        | $Z_1Z_2$ | $Z_1Z_3$ | $Z_2Z_3$                 | W, $Z_1$ , % | T, $Z_2$ , К | t, $Z_3$ , с           | 1 сут | 7 сут |  |                             |                 |
| №ф           | 1       | -1                   | -1     | -1     | 1                   | 1       | 1       | 1              | 1        | 1        | 15                       | 30           | 10800        | 5.8                    | 6.91  | 5.85  | 1.332  | 10                          | 0.87            |
|              | 2       | 1                    | -1     | -1     | 1                   | 1       | 1       | -1             | -1       | 1        | 15                       | 30           | 10800        | 7.65                   | 10.8  | 10.5  | 1.397  | 7                           | 0.9             |
|              | 3       | -1                   | 1      | -1     | 1                   | 1       | 1       | 1              | -1       | -1       | 20                       | 50           | 10800        | 10.84                  | 9     | 7.20  | 1.305  | 6                           | 0.58            |
|              | 4       | 1                    | 1      | -1     | 1                   | 1       | 1       | 1              | -1       | -1       | 20                       | 50           | 10800        | 9.3                    | 8.6   | 8.30  | 1.403  | 6                           | 0.9             |
|              | 5       | -1                   | -1     | 1      | 1                   | 1       | 1       | 1              | 1        | -1       | 15                       | 30           | 32400        | 6.62                   | 8.13  | 5.50  | 1.341  | 12                          | 0.96            |
|              | 6       | 1                    | -1     | 1      | 1                   | 1       | 1       | -1             | 1        | 1        | 15                       | 30           | 32400        | 9.2                    | 9.2   | 11.0  | 1.316  | 7                           | 0.73            |
|              | 7       | -1                   | 1      | 1      | 1                   | 1       | 1       | -1             | -1       | 1        | 20                       | 50           | 32400        | 9.6                    | 7.5   | 5.00  | 1.323  | 11                          | 0.76            |
|              | 8       | 1                    | 1      | 1      | 1                   | 1       | 1       | 1              | 1        | 1        | 20                       | 50           | 32400        | 9.6                    | 9.6   | 9.00  | 1.358  | 12                          | 0.78            |
| №а           | 9       | -1,682               | 0      | 0      | 2,828               | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 13,3                     | 40           | 21600        | 7.5                    | 10.9  | 7.95  | 1.328  | 13                          | 0.7             |
|              | 10      | +1,682               | 0      | 0      | 2,828               | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 21,7                     | 40           | 21600        | 9.3                    | 11.8  | 12.2  | 1.404  | 5                           | 0.58            |
|              | 11      | 0                    | -1,682 | 0      | 0                   | 2,828   | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 22           | 21600        | 7.7                    | 6.6   | 11.1  | 1.397  | 8                           | 0.68            |
|              | 12      | 0                    | +1,682 | 0      | 0                   | 2,828   | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 66           | 21600        | 7.4                    | 6.3   | 6.35  | 1.312  | 7                           | 0.56            |
|              | 13      | 0                    | 0      | -1,682 | 0                   | 0       | 2,828   | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 3435         | 4.9                    | 4.9   | 5.90  | 1.291  | 10,5                        | 0,57            |
| №о           | 14      | 0                    | 0      | +1,682 | 0                   | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 39765        | 5.4                    | 4.9   | 6.80  | 1.273  | 11                          | 0.74            |
|              | 15      | 0                    | 0      | 0      | 0                   | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 21600        | 10.3                   | 6.6   | 10.9  | 1.388  | 10                          | 0.95            |
|              | 16      | 0                    | 0      | 0      | 0                   | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 21600        | 10.1                   | 9     | 13.5  | 1.466  | 6                           | 0.79            |
|              | 17      | 0                    | 0      | 0      | 0                   | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 21600        | 10.2                   | 6.3   | 12.2  | 1.303  | 11                          | 0.84            |
|              | 18      | 0                    | 0      | 0      | 0                   | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 21600        | 10.1                   | 6.9   | 10.9  | 1.460  | 6                           | 0.8             |
|              | 19      | 0                    | 0      | 0      | 0                   | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 21600        | 10.3                   | 6.8   | 13.5  | 1.380  | 11                          | 0.84            |
|              | 20      | 0                    | 0      | 0      | 0                   | 0       | 0       | 0              | 0        | 0        | 17,5                     | 40           | 21600        | 10.2                   | 7.0   | 12.2  | 1.303  | 10                          | 0.9             |

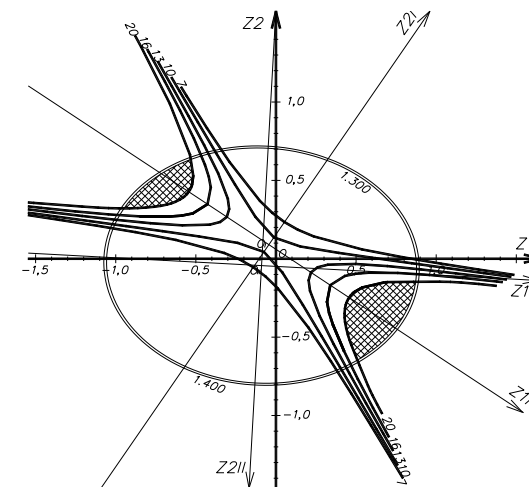


Рис. 1. Зависимость величины прочности на сжатие и плотности карбонизированных известковых образцов от температуры и формовочной влажности:



- область гарантированных свойств.

Заштрихованная область составов, обеспечивающих после карбонизации предел прочности при сжатии не менее 20 МПа при плотности менее 1,3 г/см<sup>3</sup> ограничена температурой в интервале 315 – 319 К и формовочной влажностью образцов 15 – 16 %, а также температурой 306 – 312 К и влажностью 18 – 19 %.

### ВЫВОДЫ

1. Применив рототабельный центральный композиционный план, получили математические модели изменения прочности при сжатии, плотности, водостойкости и толщины карбонизированного слоя известковых образцов-цилиндров в процессе искусственной карбонизации в зависимости от влажности известкового теста, температуры и времени карбонизации.

2. Согласно уравнениям регрессии большое влияние на исследуемые параметры карбонизированных образцов на основе известки оказывает температура. При повышении температуры в камере карбонизации значения параметров возрастают, однако к 28 суткам твердения характер влияния температуры меняется в отрицательную сторону. Наибольшее влияние на свойства карбонизированных образцов оказывает начальная влажность известкового теста – рост влажности в исследуемом интервале стабильно приводит к росту прочности.

3. Оптимальной начальной температурой карбонизации систем на основе известки является нормальная ( $293 \pm 2$  К). Карбонизирование образцов из известкового теста при поддержании повышенной температуры позволяет получать прочный и водостойкий материал ( $R_{сж} = 9 - 11$  МПа,  $K_p = 0,65 - 0,75$ ). Однако, опытные образцы, получаемые без регулирования температурного режима в камере карбонизации, обладают большей прочностью и водостойкостью в сравнении с образцами, получаемыми при повышенных температурах, в 1,5 – 2 и 1,2 – 1,3 раза, соответственно.

4. Определены области гарантированных свойств известковых образцов карбонизированного твердения.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. Под ред. Тимашева В.В. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
2. Пашенко А.А., Сербин В.П., Старчевская Е.А. Вяжущие материалы. – Киев: Высшая школа, 1985. – 440 с.
3. Зацепин К.С. Известковые карбонизированные строительные материалы // Сборник материалов Московского научно-технического совещания по жилищно-гражданскому строительству, строительным

материалам и проектно-исследовательским работам. Том II. – М.: Московская правда, 1952. – С. 283 – 290.

4. Любомирский Н.В., Федоркин С.И. Научные и практические аспекты создания ресурсосберегающей технологии получения известковых каменных материалов карбонизированного твердения // Збірник наукових праць Луганського Національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2007. – № 71(94). – С. 174 – 181.
5. Любомирский Н.В., Локтионова Т.А., Бахтин А.С. Математическое моделирование процесса карбонизации известкового теста // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь: НАПКС. – 2008. – вып. 23.
6. Автоматическая установка и методика изучения процесса карбонизации известки / Н.В. Любомирский, С.И. Федоркин, Т.А. Локтионова, В.Г. Носатов // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь: НАПКС. – 2007. – вып. 19-20. – С. – 74 – 78.
7. Бородюк В.П., Вошинин А.П., Иванов А.З. и др.; Под ред. Г.К. Круга. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум). – М.: Высш. школа, 1983. – 216 с.
8. Грачев Ю.П. Математические методы планирования эксперимента. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 200 с.
9. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. – М.: Высшая школа, 1985. – 328 с.

### УДК 625.28(06)

#### ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УКРАИНСКИХ БЕНТОНИТОВ В БЕСТРАНШЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

А.И. Менейлюк д.т.н., проф., Н.В. Дмитриева инж., А.Ф. Петровский\* инж.  
Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

\*«ИНАП и К Киев.»

Одним из эффективных видов бестраншейной прокладки инженерных сетей является горизонтально-направленное бурение (ГНБ). Выполняется такая прокладка с использованием специального глинистого раствора без устройства траншей.

Для приготовления раствора применяют очень дорогостоящие импортные глинопорошки на основе бентонитовы глины. Стоимость таких бентопорошков доходит до 1000 Евро за тонну (упаковка – мешки по 25 кг.). Необходимость использования столь дорогих зарубежных материалов, безусловно, ограничивает применение метода ГНБ в Украине.