

UDC 669.162.28

### **FIELD STUDIES OF PYRAMIDAL PILES IN CONDITIONS OF UNDERMINED AREAS AT KARAGANDY REGION COAL DEPOSITS**

A. FILATOV, A. KONAKBAYEVA, M. AMIRKHANOVA  
(Temirtau, Karaganda state industrial university)

Currently, the share of coal mining under the built-up areas is about 30%. The provision of safe mining works at built-up areas to the security of housing is the most important government challenge. At the same time, new construction is carried out in large volumes on the coal-bearing areas, including the territory of valuable coking coal, and it becomes a huge problem for the designers and builders on undermined territories.

Karaganda city, for instance, is located entirely on coal deposits with reserves of more than two billion tones [1], which is more than 1.5 times higher than coal for the entire period of the coal basin existence. In the future, a significant part of the undermined area the city construction expansion is possible.

In this regard, the particular importance acquires of methods improvement of calculation,

design and construction of foundations, which costs up to 15-20% of the total value of buildings and structures. Widespread use of advanced structural foundations, improvement of methods of calculation and construction, tracking the performance foundations will provide a major economic effect. Buildings and facilities frequently have to be placed on areas with extremely unfavorable ground conditions where the most industrial and economical type of foundation is piling. Existing in recent years the trend towards construction industrialization contributes to the widespread introduction of pile foundation as the most suitable for this trend. Currently, the CIS cities have pile foundations up to 70% of floor space and up to 40-50% of industrial facilities. Each year, more than 9 million cubic meters of pile foundations are used [2].

The requirement for standardization and industrialization retain its value and large scale building of coal-bearing areas is one of the most important ways to reduce the cost of construction. The increase in construction in the areas of occurrence of soils with low bearing capacity expansion led to the introduction of pile foundations, both geographically and as a percentage of the total amount of foundation on undermined territories. However, the experience of pile foundations use in the world building over the mine work-

ings is limited, and in a special Russian literature there was an opinion [3] that the pile foundations are contrary to the basic principles of the design of buildings on undermined territories. At the same time, the increasing density of development and the attraction of new residential and industrial complexes to the historically residential areas restrict the choice of the construction site in the coal basins of the country. Therefore there is a need for development of undermined areas with unfavorable geotechnical conditions.

1. The state of the problem of the interaction of pile foundation with a deformable while undermining the basis and objectives of the research

1.1 Deformation of rocks as a result of mining

The problem of protection of buildings and facilities, communications and other engineering structures, located in the coalfields, even the last century made it necessary to develop methods of predicting deformations of the earth surface.

During the mining of coal and ore deposits in the interior of the rock the extensive cavity spaces are formed and rocks situated above these voids, under gravity settle and fill the goaf. As a result, gaps are formed on the surface in the form of trenches or craters, cracks, ledges and large size cup-shaped depressions called displacement trough in which the vertical and horizontal displacement can reach several meters. Such subsidence Earth's surface cause serious damage to buildings, erected in these areas

The study of strata movement and its impact on buildings and structures involved a lot of domestic and foreign scholars – (S.G.Avershin [12, 13], A.I. Bratanchuk [2, 4, 5, 6, 7], B. M. Vyrvo [3, 8, 9, 10], P.E. Kleshev [1], S.E. Shagalov [11], and others) that allowed the development of a methodology of calculation of subsidence of the Earth's surface under the influence of mine workings with precision, sufficient for practical purposes.

The nature of soil deformation is determined by depth, thickness of coal seam, ways of its development and also the properties of geological structures within the undermined territories.

Displacements and deformations of the earth's surface at undermining divided into the following main types, according to the Building

Code 2.01.09-91 (Figure 1.).

- settling  $n$ , mm;
- the slope  $i$ , mm / m;
- curvature (convexity, concavity)  $K$ , 1/km or radius of curvature  $R = 1 / K$ , km;
- horizontal displacement  $\xi$ , mm;
- relative to a horizontal compression or tensile strain  $\varepsilon \times 10^{-3}$ ;
- step height  $h$ , cm.

The following combination of ground deformation:

- a) horizontal tensile strain  $+\varepsilon$ , the curvature of the bulge  $+K$ , the slope of the  $i$ ;
- b) horizontal tensile strain  $-\varepsilon$ , curvature of the concave- $K$ , the slope of the  $i$ ;
- c) step on the earth's surface (the height of the step  $h$ ), and the corresponding horizontal deformation  $e_k$  of slope  $i$ .

When smooth vertical surface deformation (curvature) the combination of "a" and "b" shall be taken into account; graded (step) - a combination of "c".

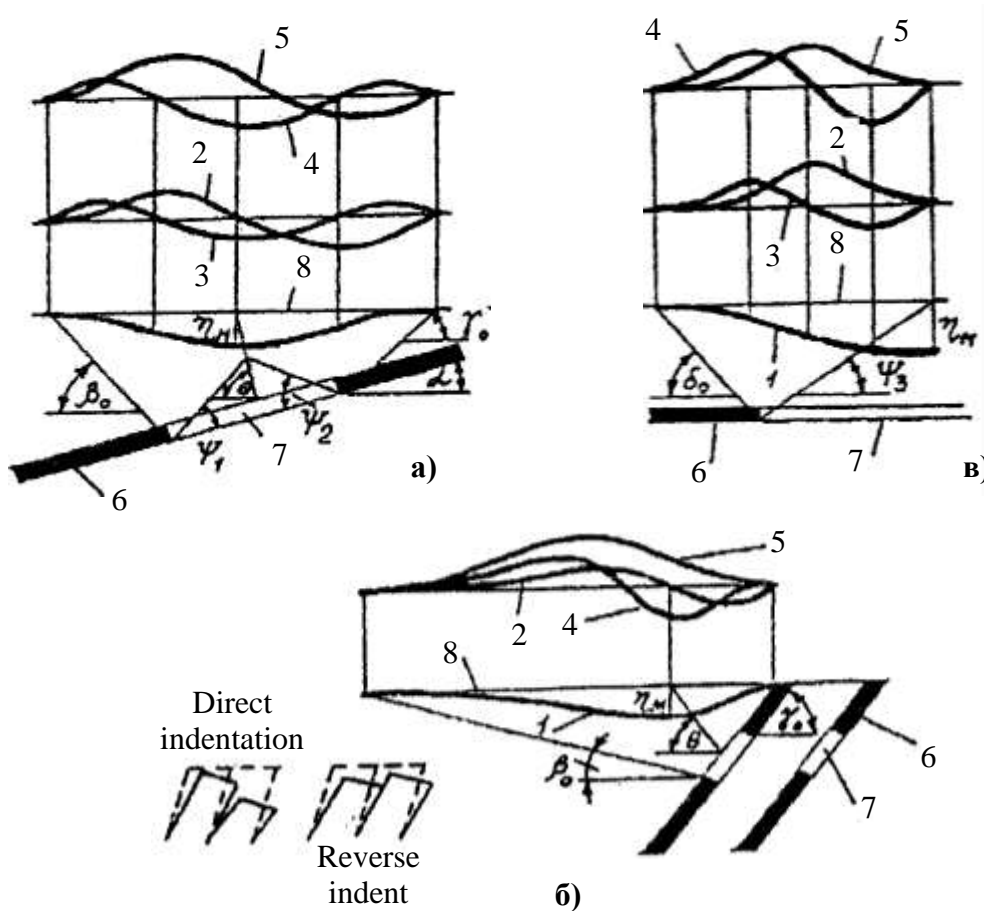
On the earth's surface tension and compression deformation under normal conditions of mining works are in the range of 0-12 mm / m; radius of curvature of 1 –  $\infty$ , km; bench height in the range 0-25 cm.

Depending on the maximum values expected (standard) ground deformation, the undermined territories are divided into groups in accordance with Table 1.

Undermined territories where surface steps are occurred after mining are divided into groups (Table 2).

### Раздел 3. «Строительство»

Displacement trough and deformation diagrams the earth's surface



a – a vertical section across the strike of a steep bedding layers;  $\bar{b}$  – a vertical section along the strike of the formation; 1 – subsidence curves; 2 – diagram of the slopes; 3 – curvature graph; 4 – diagrams of the relative horizontal deformation 5 – diagrams of horizontal displacement; 6 – layer; 7 – development of wastewater treatment; 8 – position of the earth's surface before mining;  $\alpha$  – angle of dip;  $\beta_0, \gamma_0, \delta_0$  – boundary angles of displacement,  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$  – angle of total displacements,  $\theta$  – angle of maximum subsidence;  $\eta_M$  – the maximum subsidence of Earth's surface

Figure 1.

Table 1.

Classification of undermined areas at the maximum amount of the expected ground deformation

Territories group	Relative horizontal tensile strain or compression, $\varepsilon \cdot 10^{-3}$	Slopes, $i \cdot 10^{-3}$	Estimated step high, h, cm	The radius of curvature, R, km
I	$12 \geq \varepsilon > 8$	$20 \geq i > 10$	$25 \geq h > 15$	$1 \leq R < 3$
II	$8 \geq \varepsilon > 5$	$10 \geq i > 7$	$15 \geq h > 10$	$3 \leq R < 7$
III	$5 \geq \varepsilon > 3$	$7 \geq i > 5$	$10 \geq h > 5$	$7 \leq R < 12$
IV	$3 \geq \varepsilon > 0$	$5 \geq i > 0$	$5 \geq h > 0$	$12 \leq R < 20$

Table 2.

Classification of undermining the territories of the expected height of the step

Territories group	Estimated step high, h, cm
Ik	$25 \geq h > 15$
IIk	$15 \geq h > 10$
IIIk	$10 \geq h > 5$
IVk	$5 \geq h > 0$

For the initial data for the design of buildings and structures on undermined territories it is necessary to set the maximum value of the expected deformation of the earth's surface at the construction site in the direction in the cross and in the direction of the strike formations.

If the points with a smooth surface (without benches) the nature of the deformation of soil strata are full cycle of earning, they pass III stages (Fig. I.2). Initially, they fall into the zone

of tension and curvature of the convexity (stage I), then in the compression zone and the curvature of the concavity (II stage), and finally the transition to the flat bottom trough surface deformation returns to the original state: zero curvature and zero horizontal deformation (stage III). However, due to the discrete nature of the processes occurring in the soil (especially during the stretching) the local residual tensile strain as a case, and compression are possible.

Flow of undermining: I, II, III – stages of the earth's surface deformation

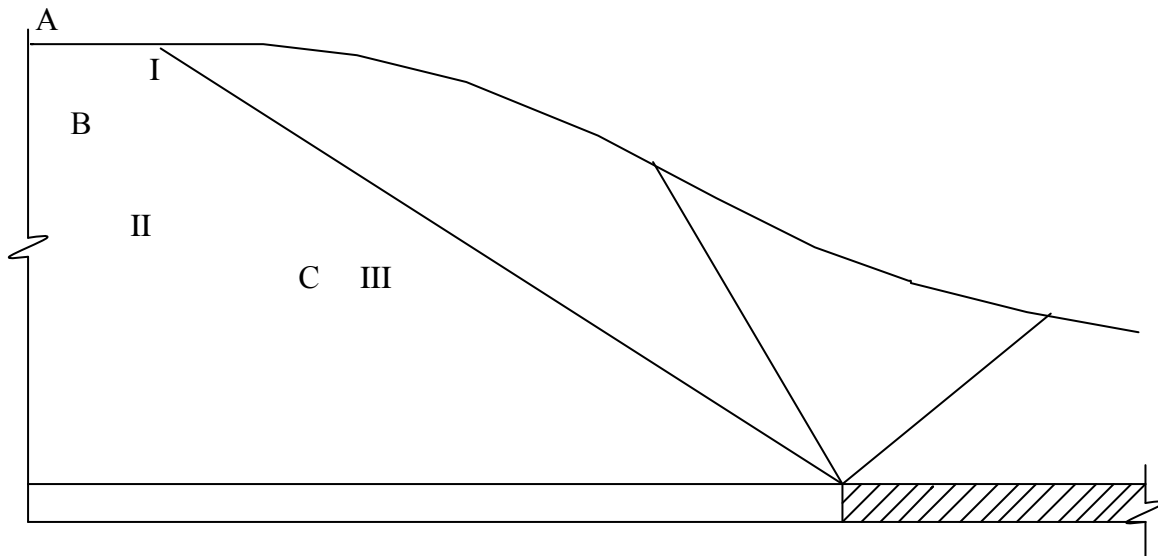


Figure 2.

In the CIS countries, in the major coal basins, issues of the earth's surface shifting process, and protect the existing and under construction buildings and structures have been studied by specialized institutions All-Russian Research Institute of Mining Geomechanics and Survey, Research Institute of Building Structures, Research Institute of Foundations and Underground Facilities and etc. Research of these institutions form the basis of normative

regulating the issues of calculation displacements and deformations of the earth's surface, as well as the design, construction and protection of buildings and structures on undermined territories.

**CONCLUSION:**

A large number of theoretical and experimental works was done for exploration on the pile foundations undermined territories. Because of the complex geological structure of the

documents

bases, especially in cases where the facilities are being built on the undermined territories, it is very difficult to determine the design characteristics of the soil, which affects the accuracy of the calculations to determine their bearing capacity. In such cases, in order to avoid significant errors and do not create unnecessary safety

margins, the most reliable method for determining the resistance to the action of the pile vertical load is a method of its static load test. In this case, the integral takes into account all features of occurrence of soil depth and changes of its characteristics as a result of the compaction when piling and deformation due to undermining the territory.

### **LIST OF REFERENCES**

1. Kleshev P. E. Kompleksnoe reshenie voprosa vyiemki uglya pod gor. Karagandoy. Tr. soveshaniya po vnedreniyu noveyshey tehniki v marksheyderskom obsluzhivanii gorniyh predpriyatiy.- GOSINTI, 1991. s. 68-71.
2. Bratanchuk A.I. Issledovanie i vnedrenie svaynyih fundamentov pri stroitelstve na podrabatyivaemyih territoriyah. Sb. "Voprosy zaschityi zdaniy i sooruzheniy ot vliyaniya gorniyh vyirabotok", stroitelstvo i zaschityi zdaniy i sooruzheniy na podrabatyivaemyih territoriyah. -L., 1982, s. 84-89.
3. Vyirvo V.M., Kleshev P.E., Shagalov S.E., Bdischenko N.I., Veksler M.M. Opyit proektirovaniya zhilyih domov so svaynymi fundamentami na podrabatyivaemyih territoriyah: «Proektirovanie i stroitelstvo ugolnyih predpriyatiy», # 9-10, 2000. s. 18-25.
4. Bratanchuk A.I. K voprosu issledovaniya svay pri gorizontálnom sdvizhenii osnovaniya na podrabatyivaemyih territoriyah «Osnovaniya, fundamenty i podzemnyie sooruzheniya» Trudyi III nauchno-tehnicheskoy konferentsii molodyih nauchnyih rabotnikov NII osnovaniy.
5. Bratanchuk A.I. K raschetu svay na gorizontalnyie nagruzki, vznikayushchie na podrabotke zdaniy nad gornymi vyirabotkami. «Nadshahtnoe stroitelstvo». Sb. trudov DonpromstroyNIIproekt. – Budevelnik, 38, 1998, s.37-39.
6. Bratanchuk A.I. Eksperimentalnyie issledovaniya rabot svay pri gorizontalnyih deformatsiyah, imitiruyuschih usloviya podrabotki territorii. «Osnovaniya, fundament i podzemnyie sooruzheniya» Trudyi IV konferentsiy molodyih nauchnyih rabotnikov NII osnovaniy, - M., 1998. s.12-16.
7. Bratanchuk A.I., Gorbanov A.S, Nazarenko EL. K raschetu zdaniy na svaynyih fundamentah v vertikalnoy ploskosti pri iskrivlenii podrabatyivaemogo osnovaniya. Sb.trudov DonprpmstroyNIIproekt «Stroitelstve zdaniy i sooruzheniy nad gornymi vyirabotkami», #10, - M., 1971. s. 32-37.
8. Vyirvo V.M., Artemov Z.P. Uchet vliyaniya podrabotki opredelenii raschetnogo soprotivleniya svay. Sb. nauchnyih trudov VNIMI. - L., #61, 1996, s. 28-32.
9. Vyirvo V.M., Artemov Z.P. Opredelenie raschetnogo soprotivleniya svay pri stroitelstve na podrabatyivaemyih territoriyah, «Osnovaniya, fundamenty i mehanika gruntov». # 2, 1967, s. 34-37.
10. Vyirvo V.M., Shagalov S.E. Svaynyie fundamenty na podrabatyivaemyih territoriyah. Leningradskiy dom nauchno-tehnicheskoy propagandyi. -L., 1988. s. 17-19.
11. Avershin S.G. Sdvizhenie gorniyh porod pri podzemnyih razrabotkah. – M., Ugletehizdat, 1987. s.136.

UDC 669.162.28

## THE APPLIANCE OF NUMERICAL APPROACHES TO SHORT PILES AND PILE FOUNDATIONS DESIGN

A. FILATOV, B. BAZAROV, D. BAITULENGUTOVA  
(Temirtau, Karaganda state industrial university)

In order to develop the reliable and efficient design solution of pile foundation it is necessary to know the stress load which can be transmitted to the pile.

At the initial stage of pile foundations use when the scope of their use had been relatively small, the bearing capacity of piles was determined by static load tests.

Thereafter, A.A. Lug, V.N. Golubkov conducted researches to define the carrying capacity of a large number of piles and pile foundations to summarize the static tests in a variety of soil conditions. As a result, the tables corresponding to soil resistance calculation were designed and got included into the Building Code.

The theoretical methods for the prediction of the piles and pile foundations performance were developed through the use of Melan solutions for plane problem and Mindlin solutions in the case of the spatial problem. This approach was used in P.G. Abramenko, V.A. Barvashov, A.A. Bartholomey, P. Banerjee, R. Butterflied and others' studies.

The solution of calculation of pile foundations with new experimental data is possible with using the well-developed numerical methods.

Currently, the most widespread numerical methods are: the Finite Difference Method (FDM), the Finite Element Method (FEM), the Boundary Element Method (BEM) and their various modifications, including combining of approaches but joining different amounts of the listed above ways to solve one problem, but for different areas of the studied environment.

Now the most widely used numerical methods consider the differential equations directly in the form in which they were withdrawn by means of one of two approaches:

– Using the approximation of differential operators in the simpler algebraic equations (finite-difference ratio) operating in the consid-

difference method;

– With the help of the submission of the area of the environment elements which have finite dimensions and collectively approximate the real environment. This approach is called finite element method;

The problem of selecting the optimal size of the short piles with the relevant bearing capacity in specific soil conditions gets much easier to solve using a computer.

Initial data for pile calculation are physical and mechanical characteristics of the soil and the estimated load on the pile. There is a permanent data set:

– Table pile sizes and types with the calculated values and amount.

– Table coefficient. Values depending on the type of soil and the void ratio.

– Table of specified resistance of compacted soil to sandy soils.

– Table of specified resistance of compacted soil to clay soil.

After the initial data with constant data set are input, the cycle recovery is performed by introducing variables for the first line. Then the computer calculates by the identified formula.

The conditions are tested on the logical unit, in case the condition is satisfied – the required results get printed. In the case of non-compliance with  $N > P$ , the variable values of the following table are entered. Such a calculation is made to meet the conditions

It should be noted that in the case of the other types and sizes of piles not introduced in the table, which, of course, may occur in building practice, the table should be adjusted for the logical possible changes of short piles bearing capacity, depending on their length, conical angle and volume. This will help to reduce the operating time of machines to produce the most optimal results.

### Раздел 3. «Строительство»

ered area units. This approach is called finite  
 plifies the calculation part, but also gives ready effective sizes of short piles for specific soil conditions that will promote more economical consumption of building materials.

The Finite Element Method (FEM) is a synthesis of the latest achievements of continuum mechanics and numerical methods in mathematics. This method got extremely wide application in various fields of physics and technology, mainly in stress-strain state analysis. The FEM fundamentally gives new opportunities in mechanics of mine rock and soil. The modern FEM is one of the most effective methods of calculating the today's facilities and basements, analyzing the redistribution of forces of interaction in the "base-foundation" system. The system can be considered through different mechanical and physical properties of its elements (such as heterogeneity, nonlinearity, anisotropy, etc).

The Finite Element Method – is an effective numerical computation of technical tasks. The basic idea is that any continuous value, such as moving points of the deformed body, can be approximated by a discrete model, which is based on a set of piecewise continuous functions defined on a finite number of subdomains. With this procedure, the integration of differential equations analytical formulation of the problem is reduced to solving a system of linear equations. Quantitative values of unknown magnitude are found in a limited number of points (nodes) of the region, and within the ele-

Application of computing not only to sim-

ments of the value of the unknown function and its derivatives are determined by approximating functions and their derivatives.

FEM concept is to replace the tested object. With a finite number of individual aggregate elements joined together at the vertices.

The mathematical model of this method can be represented by the scheme: the studied object – a system of linear algebraic equations. Free choice of calculation scheme allows to set the boundary conditions, randomly place the nodes of the grid elements, thickening it in places with large voltage gradient or change the properties of the medium and the method used for the studied area, consisting of separate zones of different physical nature.

In order to study the interaction of piles with the worked base in laboratory and field conditions, the numerical analysis was made using the FEM. The calculations were performed by finite element scheme. Due to the symmetry of the cross section of the pile foundation with respect to the vertical axis in the calculation scheme was seen only half of the area of the soil mass and pile foundation, which were split automatically on the triangular finite elements. Number of units – 104, elements – 332, the number of considered types of elements (layers) – 2. The first layer – the pile material (strength of the pile is not considered), type 2 – soil of experimental site.

Characteristics of soil foundation are shown in Table 1:

Table 1.

Task #	Layer #	Layer type	E, MPa	V	$\gamma$ , kN/m <sup>3</sup>	C, kPa	$\phi$ , degrees
1	1	Pile	$2 \times 10^4$	0,16	2,4	$5,7 \times 10^4$	30
	2	Substitute	0,26	0,25	17,7	0,9	38
2	1	Pile	$2 \times 10^4$	0,1	2,4	$5,7 \times 10^4$	30
	2	Clay loam	27	0,35	19	30	27

The boundary conditions for the pile without undermining are defined as follows: on the circuit 1-143 -  $U=0$ ;  $V \neq 0$ ; the contour of the lower border 143-194 -  $U=0$ ;  $V=0$ ; the contour of the upper boundary the movement is not restricted. Considering the impact of horizontal ground deformation the boundary conditions change as follows: the contour 1-143 -  $U=0$ ;  $V \neq$

horizontal displacement of the earth's surface, the contour of the upper limit of movement is not limited, the contour 76-194 - defined horizontal displacements  $U$  equal to the values of the horizontal ground deformation,  $V \neq 0$ .

The thickness of body: depth  $H = 3$  meters, width  $L = 2.5$  m. Diameter corresponds to the diameter of piles used in the field experiments

### Раздел 3. «Строительство»

0; the contour of the lower border = 0 V;  $U = \varepsilon$ ;

is a full contact adhesion through the lateral surface of the pile - soil.

The physical nature of the FEM can be considered among the "foundation - pile foundation" together. The rigidity of the foundation is given by the description of its geometric dimensions, strength and deformation characteristics (Table. 1). The specific weight of the soil is replaced by a comprehensive hydrostatic stress

and equals  $D = 127$  mm. It is assumed that there

tensor which is added to the value of the actual stresses.

A comparison of the data with the results of field studies shows a close agreement between them.

Reduction of the horizontal stress during underworking leads to decreased compression of the pile shaft soil and reducing its carrying capacity, respectively.

### LIST OF REFERENCES

1. Kleshhev P. E. Kompleksnoe reshenie voprosa vyemki uglja pod gor. Karagandoj. Tr. soveshhanija po vnedreniju novejshej tehniky v markshejderskom obsluzhivanii gornyh predpriyatij.-GOSINTI, 1991. s. 68-71.
2. Bratanchuk A.I. Issledovanie i vnedrenie svajnyh fundamentov pri stroitel'stve na podrabatyvaemyh territorijah. Sb. "Voprosy zashhity zdanij i sooruzhenij ot vlijanija gornyh vyrabotok", stroitel'stvo i zashhity zdanij i sooruzhenij na podrabatyvaemyh territorijah. -L., 1982, s. 84-89.
3. Vyrvo V.M., Kleshhev P.E., Shagalov S.E., Bdishhenko N.I., Veksler M.M. Opyt proektirovaniya zhilyh domov so svajnymi fundamentami na podrabatyvaemyh territorijah: «Proektirovanie i stroitel'stvo ugol'nyh predpriyatij», № 9-10, 2000. s. 18-25.
4. Bratanchuk A.I. K voprosu issledovaniya svaj pri gorizont'al'nom sdvizhenii osnovanija na podrabatyvaemyh territorijah «Osnovanija, fundamenty i podzemnye sooruzhenija» Trudy III nauchno-tehnicheskoy konferencii molodyh nauchnyh rabotnikov NII osnovanij.
5. Bratanchuk A.I. K raschetu svaj na gorizont'al'nye nagruzki, vznikajushhie na podrabotke zdanij nad gornymi vyrabotkami. «Nadshahtnoe stroitel'stvo». Sb. trudov DonpromstrojNIIproekt. – Budevel'nik, 38, 1998, s.37-39.
6. Bratanchuk A.I. Jeksperimental'nye issledovaniya rabot svaj pri gorizont'al'nyh deformacijah, imitirujushhih uslovija podrabotki territorii. «Osnovanija, fundament i podzemnye sooruzhenija» Trudy IV konferencij molodyh nauchnyh rabotnikov NII osnovanij, - M., 1998. s.12-16.
7. Bratanchuk A.I., Gorbanov A.S, Nazarenko EL. K raschetu zdanij na svajnyh fundamentah v vertikal'noj ploskosti pri iskrivlenii podrabatyvaemogo osnovanija. Sb.trudovDonprpmstrojNIIproekt «Stroitel'stve zdanij i sooruzhenij nad gornymi vyrabotkami», №10, - M., 1971. s. 32-37.
8. Bazarov B.A., Izbasarova T.V., Iskakova A.N. Analiz mehanicheskikh processov v deformiruemom grunte// Sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Nauchno-tehnicheskij progress v metallurgii» KarMetI. - Temirtau, 2001. – s.389-396.
9. Ljutkens O. Stroitel'stvo v rajonah gornyh razrabotok. - M., Strojizdat, 1980. s. 241.
10. Bachurin V.I. Svajnye fundamenty v zone gornyh razrabotok. «Na strojkah Rossii», 1988, №5, s.27.
11. Barden L. and Moncton I. Tests on model pile groups in soft and stiff clay. – Geotechnique, London, vol. 20, N1, 1970, p.94-96.
12. Kezdi A. Bearing capacity of piles and pile group. Proc. of ICOG, London, vol. 11, 1997, p.46-51.



УДК 624

**УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ КОНТРОЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА**

З.С. ГЕЛЬМАНОВА, М.А. АМИРХАНОВА, И.В. ГЕОРГИАДИ  
(г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Значительный рост мощности предприятий, необходимость повышения качества продукции, расширение ее ассортимента выдвигают все более ответственные требования к технологическому контролю.

Технологический контроль на любом цементном заводе представляет собой систему информации, непрерывно описывающую состояние технологического процесса, качества сырья и продукции в течение всего периода эксплуатации предприятия.

На АО «Central Asia Cement» на основании данных технологического контроля осуществляется управление технологическими процессами на всех переделах производства, обеспечивается получение продукта заданного качества и оптимизация технико-экономических показателей работы предприятия.

Основными задачами такой системы являются [1]:

– определение качества сырьевых мате-

риалов, добавок, топлива и т.д.;

– определение состава и характеристик потоков сырьевых компонентов, сырьевой смеси, клинкера и цемента в процессе производства;

– контроль параметров технологического процесса по всем производственным переделам;

– контроль качества и паспортизация готовой продукции;

– анализ и обобщение результатов контроля по всем переделам с целью управления технологическим процессом и совершенствования технологического контроля.

Для решения этих задач система контроля цементного производства включает в себя четыре подсистемы (см. рисунок 1):

– общезаводского технологического контроля;

– оперативного технологического контроля всех переделов производства цемента;

– параметрического контроля;

– технического контроля.

Точки контроля качества на АО «Central Asia Cement»

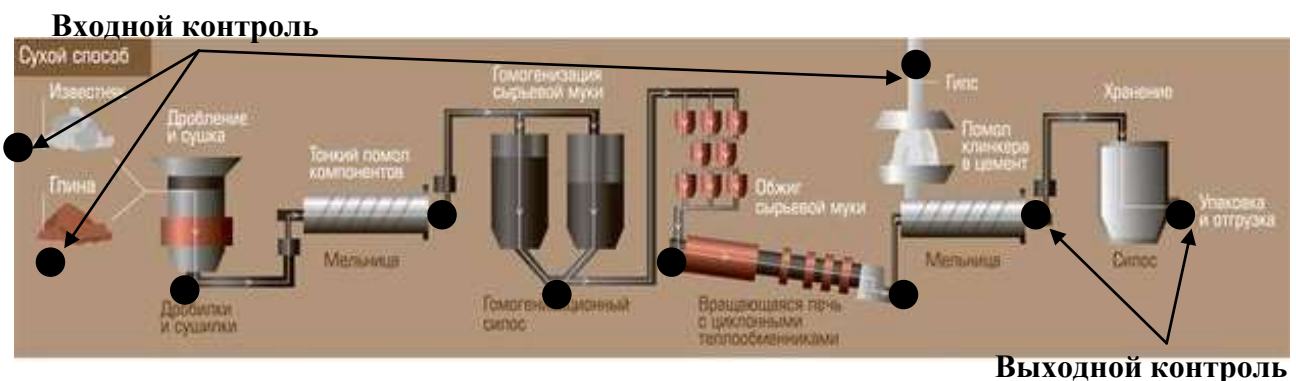


Рисунок 1.

Подсистема общезаводского технологического контроля обеспечивает определение

фабрикатов и готовой продукции, в объеме, достаточном для регулирования и управле-

### Раздел 3. «Строительство»

состава и свойств исходного сырья, топлива добавок, вспомогательных материалов, полу-

ную информацию за смену, сутки, декаду, месяц и т. д. На основании данных технологического контроля устанавливаются текущие задания всем звеньям управления технологическими процессами и совершенствуется все производство в целом.

В задачи этой подсистемы входит также градуировка и проверка погрешностей технических устройств подсистемы оперативного контроля.

Подсистема оперативного технологического контроля завода обеспечивает определение состава и свойств материалов на входах и выходах из конкретных агрегатов или технологических участков производства и контроль соответствия получаемых параметров заданиям систем управления. Оперативный контроль представляет собой либо разовое опробование через интервалы в один-два часа при устойчивой работе оборудования или непрерывный пробоотбор с использованием автоматических пробоотборников и анализаторов. Объем определений этой подсистемы на каждом участке должен быть минимально необходимым для осуществления стабилизации технологического процесса в пределах заданных нормативов.

Подсистема параметрического контроля на АО «Central Asia Cement» обеспечивает оценку состояния оборудования и режимов его работы. Объем параметрического контроля должен быть достаточным для поддержания эксплуатационных режимов работы оборудования, предотвращения аварий, учета результатов работы производства.

Подсистема технического контроля обеспечивает контроль качества и паспортизацию партий цемента, отгружаемых потребителям.

Технологический контроль производства цемента на заводе включает дискретное или непрерывное опробование материалов, находящихся в неподвижном состоянии: в забое карьера, в складах, в силосах, железнодорожных вагонах и т. д., либо в движении на транспортной ленте, в пневмотранспортных и гидротранспортных магистральных, в гравитационных потоках.

ния в масштабах предприятия. Технологический контроль представляет собой усреднен-

чества материала. Минимальная масса пробы определяется размером кусков опробуемого материала и его неоднородностью. Чем больше неоднородность материала и крупнее его куски, тем больше должна быть масса отбираемой пробы.

Минимальная проба подвергается разделке, которая может включать следующие операции: смешивание пробы, дробление пробы, сокращение пробы. Эти операции выполняются в дробилках, мельницах, истирателях, смесителях, делителях и сократителях проб.

Опробование неподвижных материалов сопряжено с рядом трудностей, обусловленных невозможностью равномерного отбора материала во всех точках.

Наиболее достоверные результаты при опробовании неподвижного материала получают при проведении эксплуатационной разведки сырьевых материалов. Методика эксплуатационной геологической разведки включает проходку скважин вкрест простирания пород по сети с шагом 25 или 50 м в зависимости от характера залегания пород и неоднородности их состава. Проходка скважин ведется при помощи бурильных станков. В полученных кернах материала выделяются литологические разновидности пород. Материал кернов усредняется по литологическим признакам, измельчается и подвергается сокращению. Подготовленные пробы анализируются на содержание основных оксидов или же подвергаются более полному химическому анализу.

Результаты определения химического и дисперсного составов принимают за основу при планировании качества добываемого сырья и объема горных работ по кварталам в течение одного года. Оперативная оценка качества сырья в добычном забое твердых пород включает опробование крупки материала из взрывных скважин. От крупки, получаемой в процессе бурения, отбирается средняя проба. Проба перемешивается, квартуется (сокращается). В пробах определяется титр или содержание основных оксидов. На основании этих данных составляются еже-

### Раздел 3. «Строительство»

На заводе уделяют внимание тому, чтобы масса пробы сохраняла исследуемые ка-

ментом выпускаемой продукции. В период производства цемента самого высокого качества завод должен снабжаться наиболее однородным сырьем с минимальным содержанием примесей.

Оперативное опробование мягкого сырья (мел, глины) в забое производится путем нанесения борозд на борт забоя, отбора проб, их усреднения, квартования, сушки, сокращения и анализа на содержание четырех или пяти оксидов, иногда титра.

Отбор точечных проб взорванной массы в большинстве случаев не позволяет характеризовать качество сырья в развале с достаточной надежностью. Более представительные пробы на карьере могут быть отобраны от разновидностей полезных ископаемых вручную с помощью геологического молотка.

Для повышения достоверности отбор проб материалов цементного производства выполняется от движущегося потока методом сечений: некоторую часть потока опробованного материала непрерывно или периодически отводят в пробу. Эти операции могут производиться методом продольного и поперечного сечения потока. При отборе проб методом поперечных сечений отсекание контролируемого материала осуществляется дискретно в течение короткого промежутка времени. Пробоотборные устройства содержат, как правило, ковш, пересекающий поток и отбирающий все частицы, находящиеся в данный момент времени в потоке. Метод поперечных сечений обеспечивает наибольшую представительность разовых проб.

Точка отбора проб из напорных магистралей должна выбираться на вертикальных гладких участках трассы на расстоянии не менее десяти диаметров от колен, задвижек и т.д. по ходу движения пылегазового потока.

Предпочтение следует отдавать потокам, в которых материал имел возможность перемешиваться на участках транспортирования предшествующих точке отбора.

Выбор типа пробоотборного устройства осуществляется в зависимости от способа производства, химического, гранулометриче-

месячные или декадные планы подачи сырья на производство, согласованные с ассорти-

Подсистемы общезаводского технологического, оперативного и технического контроля включают автоматизированный или ручной пробоотбор, пробоподготовку и анализ химического минералогического, дисперсного составов, физико-химических и физических свойств материалов. С целью рациональной и бесперебойной эксплуатации предприятий по производству цемента, а также создания безопасных условий работы для каждого завода разрабатывается технологическая система контроля, учитывающая его специфику

Технологический контроль при сухом способе производства клинкера отличается от контроля при мокром способе на переделах приготовления сырьевой смеси и обжига клинкера. Надежный контроль предварительной гомогенизации неоднородных сырьевых материалов после вторичного дробления в усреднительных складах, помола до крупки в мельницах можно осуществить только при помощи проборазделочной машины.

Задачи анализа качества цемента заключаются в следующем:

- 1) изучение динамики обобщающих показателей качества продукции;
- 2) определение средневзвешенного балла качества продукции и путем сравнения фактического и планового его уровня нахождения процента выполнения плана по качеству (балльный метод);
- 3) поиск резервов повышения качества продукции.

Характеризуя портландцемент, нужно говорить о его морозостойкости, водостойкости, прочности и тонкости помола.

Морозостойкость характеризует способность цемента к многократному замораживанию и размораживанию в течение года, с изменением погодных условий. Чистый цемент не обладает такой способностью, это свойство приобретает только введением модифицирующих добавок. Благодаря общепринятой маркировке всегда можно определить свойства приобретаемого цемента.

Водостойкость наиболее всего отражается

### Раздел 3. «Строительство»

ского состава материала в соответствии с номенклатурой приборов и средств автоматизации.

цемента. Процесс схватывания цементного раствора происходит буквально в течение 10 минут. Такие свойства цемента очень важны при заделке швов и стыков железобетонных конструкций, находящихся в воде. Из-за этих свойств стоимость такого цемента значительно выше обыкновенного.

Прочностные свойства цемента характеризуется маркой, указанной на его упаковке. В качестве добавок в производстве такого цемента используется гипс, или измельчённый шлак из отходов металлургического производства.

Тонкость помола – важное свойство цемента, которое влияет на сроки затвердевания и, значит, прочности бетона. Считается, что чем тоньше помол клинкера, тем больше будет прочность цемента после окончательного затвердевания. Чрезмерно тонкий помол клинкера может привести к понижению

в водонепроницаемом расширяющемся цементе. Эти свойства видны из самого названия

прочности бетона. Тонкость помола клинкера цемента в целом зависит от совершенства оборудования, которое используется для его производства [2].

В 2013г. поступило 12 рекламаций от покупателей, а в 2014г. – 7, что указывает на существенное улучшение ситуации качества выпускаемой продукции.

Для определения основных причин несоответствия качества продукции используется диаграмма Исикавы как инструмент, обеспечивающий системный подход к определению фактических причин возникновения проблем.

Диаграмма позволяет в простой и доступной форме систематизировать все потенциальные причины рассматриваемых проблем, выделить самые существенные и провести поуровневый поиск первопричины (см. рисунок 2).

Диаграмма Исикавы

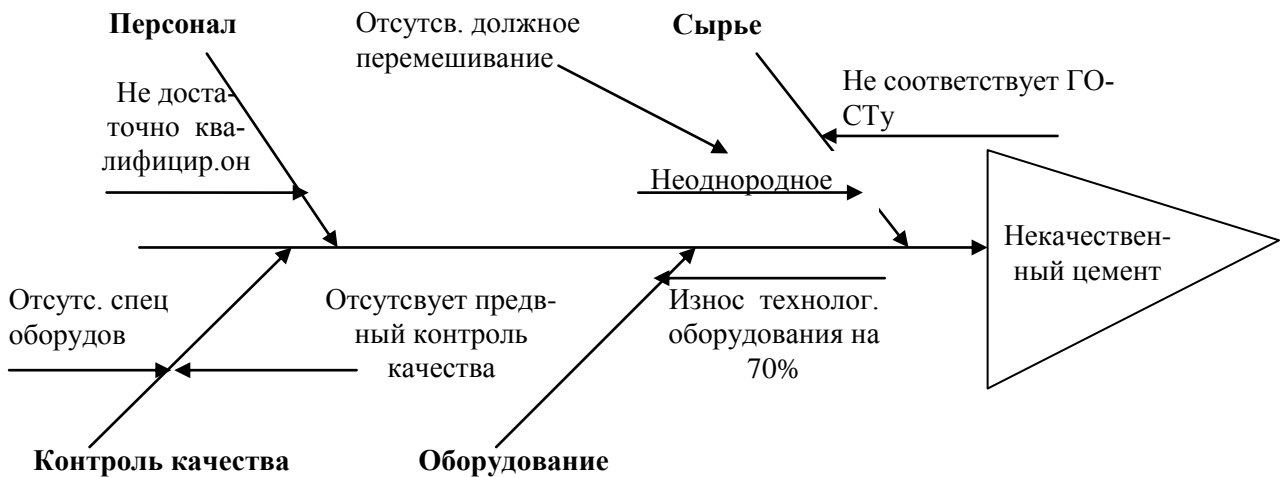


Рисунок 2.

Таким образом, основная причина несоответствующего качества цемента является неудовлетворительное качество сырья и отсутствие специальных средств для его контроля. Управление технологическими про-

цессами контроля на всех переделах производства способствует получению продукта заданного качества и повышению конкурентоспособности предприятия в долгосрочном периоде.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование цементных заводов. /Под редакцией к. т. н. Зозули П. В., Никифо-

### **Раздел 3. «Строительство»**

рова Ю. В.-М.:изд-во ЮНИТИ,-2010г. С.65-68.

2. Свойства цемента. <http://www.evroluxmoscou.ru/o-cemente/svojtva-cementa/>