

ISSN: 2686-7567



# **ВЕСТНИК ГГТУ**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# **HERALD OF GSTOU**

**ENGINEERING SCIENCES**

SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL

**2020**

Том XVI

**№ 1 (19)**

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

д. т. н., профессор Минцаев Магомед Шавалович

Зам. главного редактора – д. т. н., профессор  
С-А. Ю. Муртазаев  
Ответственный секретарь – к. т. н., доцент  
М. Ш. Саламанова

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель – профессор, д. ф-м. н.  
И. А. Керимов (АН ЧР)  
д. т. н., профессор, член-корреспондент РАН  
Б. А. Григорьев (ВНИИГаз)  
д. т. н., профессор Ю. В. Дмитрак (СКГМИ)  
к. т. н., доцент М. Я. Пашаев (ГТНТУ)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Строительство. Архитектура

д. т. н., профессор А. Д. Абакаров  
д. т. н., профессор Д. К-С. Батаев  
д. т. н., доцент И. Г. Гайрабеков  
д. т. н., профессор Х. Н. Мажиев  
канд. архитектуры, доцент Ш. А. Насуханов  
д. т. н., профессор Т. А. Хежев

### Химическая технология

д. т. н., профессор Л. Ш. Махмудова  
д. х. н. Х. М. Кадиев  
д. т. н., профессор Х. Х. Ахмадова  
д. т. н., профессор О. Н. Каратун  
д. х. н., профессор Э. А. Александрова  
к. т. н., доцент А. А. Эльмурзаев

### Информатика, вычислительная техника и управление

д. п. н., профессор Э. Д. Алисултанова  
д. т. н., доцент И. Н. Ажмухамедов  
д. т. н., профессор К. Е. Румянцев  
к. т. н., доцент И. В. Хасамбиев  
к. т. н. З. Л. Хакимов  
к. т. н. М. Р. Исаева

## EDITOR – IN-CHIEF

Magomed Mintsaeв, Doctor in Engineering

Associate Editor – Said-Alvi Murtazaev, *Doctor  
in Engineering*  
Executive Secretary – Madina Salamanova, *PhD  
in Engineering*

## EDITORIAL COUNCIL

Chairman – Ibragim Kerimov, *Doctor in Physics  
and Mathematics*  
Boris Grigoryev, *corresponding member of RAS,  
Doctor in Engineering*  
Yuri Dmitrak, *Doctor in Engineering*  
Magomed Pashaev, *Phd in Engineering*

## EDITORIAL BOARD

### Construction. Architecture

Abakar Abakarov, *Doctor in Engineering*  
Dena Bataev, *Doctor in Engineering*  
Ibragim Gayrabekov, *Doctor in Engineering*  
Khasan Mazhiev, *Doctor in Engineering*  
Shadid Nasukhanov, *PhD in Architecture*  
Tolya Khezhev, *Doctor in Engineering*

### Chemical Technology

Lyubov Makmudova, *Doctor in Engineering*  
Khusain Kadiev, *Doctor in Chemistry*  
Khava Akhmadova, *Doctor in Engineering*  
Olga Karatun, *Doctor in Engineering*  
Elvira Alexandrova, *Doctor in Chemistry*  
Ayub Elmurzaev, *PhD in Engineering*

### Computer Science, Computer Engineering and Management

Esmira Alisultanova, *Doctor in Pedagogics*  
Iskandar Azhmukhamedov, *Doctor in Engineering*  
Konstantin Rumyantsev, *Doctor in Engineering*  
Manap Khazhmuradov, *Doctor in Engineering*  
Zaur Khakimov, *PhD in Engineering*  
M. Isaeva, *PhD in Engineering*

---

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова  
Журнал включен в РИНЦ  
Подписной индекс АО «Почта России» ПА753

Адрес редакции/издателя:  
364024, г. Грозный, пр. Х.А. Исаева, 100  
Тел./факс: (8712) 29-59-32  
<http://gstou.ru/science/ggntu-works.php>  
e-mail: [trudy-ggntu@mail.ru](mailto:trudy-ggntu@mail.ru)

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка и воспроизведение статей, рекламных и иллюстративных материалов возможны лишь с письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.



## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

**Тахгириев А.У., Хамзаев А.С.-С., Вагапов У.А.**

Разработка системы автоматизированного управления процессом обжига кирпича в кольцевой печи .....

**Шамсадова Я.Ш., Игнатъев А.А., Исаева М.Р., Визирова Х.Р.**

Организация автоматизированной системы научных исследований при контроле и испытаниях станков в структуре системы мониторинга технологического процесса .....

### ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Ахмадов С.Л., Меджидов А.Х., Газабиева З.Х., Костоев М.А., Моллаев Р.Х.**

Эффективность методов интенсификации притоков нефти и технологические схемы обработок скважин Ханкальского месторождения .....

**Масаров М.Р., Газабиева З.Х., Эдильгериев М.А., Меджидов А.Х., Моллаев Р.Х.**

Технология предупреждения и удаления органических солей из мезозойских скважин Чеченской Республики .....

### СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

**Ибрагимова Э.И., Гайрабеков И.Г., Мишиева А.Т.**

Анализ современных геодезических методов наблюдения за деформационными и оползневыми процессами.....

**Ибрагимова Э.И., Гайрабеков И.Г., Мишиева А.Т.**

Производственный опыт совместного применения метода электронной тахеометрии и спутниковых приемников.....

**Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М.Ш.**

Формирование структуры многокомпонентных вяжущих систем щелочного затворения .....

**Сайдумов М.С., Муртазаева Т.С-А., Аласханов А.Х., Байтиев В.А.**

Влияние гранулометрического состава заполнителей на свойства бетонных и растворных смесей .....

**Семин А.С., Вахрушев С.И.**

Оптимальное комплектование машин при разработке котлована под вертикальный стальной резервуар для хранения нефти объемом 5000 м<sup>3</sup>.....

**Шамсудинова К.С.**

Анализ мировых кадастровых систем .....

### К ЮБИЛЕЮ ВУЗА. ГГНТУ В ЛИЦАХ

**Хаджиев С.Н.** .....

### СООБЩЕНИЯ

III Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «МИЛЛИОНЩИКОВ-2020», посвященная 100-летию ГГНТУ .....

## CONTENTS

### COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

- A.U. Takhgeriev, A.S-S. Khamzaev, U.A. Vagapov**  
Development of a system for automated control of the brick firing process  
in a ring furnace .....
- Ya.Sh. Shamsadova, A.A. Ignatyev, M.R. Isaeva, H.R. Vizirova**  
Organization of an automated system scientific research in the control and testing  
of machines in the structure of the process monitoring system .....

### CHEMICAL TECHNOLOGIES

- S.L. Akhmadov, A.H. Mezhidov, Z.H. Gazabieva, R.H. Mollayev**  
Physical and chemical basis of application and analysis of methods of intensification  
of oil inflows from wells of Khankal deposit .....
- M.R. Masarov, Z.H. Gazabieva, R.H. Mollayev**  
Technology for prevention and removal of organic salts from the mesozoic wells  
of the Chechen Republic .....

### CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

- E.I. Ibragimova, I.G. Gayrabekov, A.T. Mishieva**  
Analysis of modern geodesic methods for observing the deformation and landscape  
processes.....
- E.I. Ibragimova, I.G. Gayrabekov, A.T. Mishieva**  
Production experience of joint application of electron tachetometry method  
and satellite receivers .....
- M.S. Saydumov, T.S.-A. Murtazaev, A.KhAlashkhanov, V.A. Baytiev**  
Influence of granulometric composition of aggregates on the properties  
of concrete and mortar mixtures .....
- S-A. Yu. Murtazaev, M.Sh. Salamanova**  
Formation of the structure of multicomponent alkali basic knitting systems .....
- A.S. Semin, S.I. Vakhrushev**  
Optimum packaging of machines while developing a crown under a vertical steel  
tank for oil storage with a volume of 5000 m<sup>3</sup> .....

### TO THE ANNIVERSARY OF UNIVERSITY.SCIENTISTS OF GSTOU

- S.N. Khadzhiev** .....

### INFORMATION

- III All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young  
scientists with international participation «MILLIONSHCHIKOV-2020», dedicated  
to the 100th anniversary of GSTOU .....

## ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 681.5

DOI: 10.34708/GSTOU.2020.19.1.001

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБЖИГА КИРПИЧА В КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ

© А. У. Тахгириев, А. С-С. Хамзаев, У. А. Вагапов  
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В данной статье приводится описание технологического процесса обжига керамического кирпича в кольцевой печи Гофмана. Проанализирован существующий уровень автоматизации объекта. Приведено обоснование для внедрения автоматизированной системы управления процессом обжига кирпича и вариант структурной схемы системы автоматизированного управления. Также представлены основные характеристики интегрированной среды разработки SIMPLE-SCADA, выбранной для организации операторского уровня автоматизированной системы управления технологическим процессом. Для определения показателей качества системы определены прямые и косвенные оценки качества функционирования системы управления.

**Ключевые слова:** система автоматизированного управления, обжиг кирпича, регулируемые параметры, диспетчерское управление.

Без систем автоматизированного контроля и управления технологическими параметрами немислим технический прогресс предприятия. Автоматизация способствует повышению производительности оборудования, снижению себестоимости, улучшению качества продукции и повышению безопасности эксплуатации оборудования. Технологический процесс производства кирпича является весьма энергоемким процессом, поэтому процесс автоматизации является значимым и влияет на рациональность использования затрачиваемых материалов и энергоресурсов.

Качество готового продукта зависит от эффективного функционирования системы управления технологическим процессом. Автоматизированные системы управления технологическими процессами разрабатываются и внедряются с целью повышения эффективности производственных процессов. Поддержание заданных режимов сушки и обжига кирпича позволит произвести кирпич с заданными

свойствами и сократить перерасход топлива, затрачиваемого на его производство.

ГУП «Грозненский кирпичный завод» функционирует в городе Грозном с 1950-го года, завод имеет свои: карьеры для добычи глины, глинозапасник для хранения глины, цех переработки шихты, линию формирования глиняного бруса, сушилку и печь для обжига кирпича.

Процесс обжига кирпича – один из важнейших технологических процессов в процессе производства керамического кирпича. Печь обжига на ГУП «Грозненский кирпичный завод» – кольцевая печь, впервые сконструированная Гофманом в 1857 г. в Германии. Во времена СССР, когда использование природного газа обходилось недорого, эксплуатация кольцевой печи была экономически эффективной. Однако в наше время, когда природный газ и электрическая энергия поставляются промышленным предприятиям по тройному тарифу, эксплуатация печи становится энергоемкой,

что существенно влияет на снижение доходов предприятия.

Возникает задача обеспечения эффективности сжигания топлива, поддержания высокой точности и стабильности значений технологических параметров, что повлияет на качество производимой продукции и снижение объемов брака. Решение этой задачи возможно при реализации системы автоматизированного управления технологическим процессом.

В данной статье в качестве объекта регулирования рассматривается печь обжига керамического кирпича на ГУП «Грозненский кирпичный завод».

Целью разработки системы автоматизированного управления (САУ) технологическим процессом является улучшение производительности технологических процессов, повышение безопасности персонала, так как управление будет производиться автоматически без участия человека, улучшение качества получаемой продукции.

Кирпич-сырец после сушки подается к автомату-садчику сухих кирпичей на печные вагонетки. Разгруженный с реек кирпич направляют на механизм садки, пустые рейки – на загрузку кирпича-сырца. После укладки сухого кирпича печные вагонетки при помощи погрузчика перемещают камеры кольцевой печи. Кольцевая печь Гофмана в своей рабочей части

представляет замкнутый коридор. В плане этот коридор имеет форму овала. Коридор делится на камеры (рисунок 1). Камерой условно принимается часть коридора (рисунок 2), имеющая одно отверстие ходок для загрузки и один боровок для отвода дымовых газов.

В рабочем канале печи, обжигающей сырец, различают четыре зоны: зона выпаривания, зона подогрева сырца дымовыми газами, зона обжига, зона остывающего кирпича и пустые камеры, через которые производится загрузка сырца и выгрузка обожженного кирпича [1].

Был проведен анализ существующего уровня автоматизации. Температура зоны обжига печи регулируется двухпозиционно, посредством прекращения и возобновления подачи газозвдушной смеси на газовые горелки. Степень готовности кирпича определяется визуально по цвету готового кирпича и примерному уровню усадки на 25 см, наблюдение осуществляется через смотровые стекла сверху кольцевой печи.

На основе произведенного анализа уровня автоматизации технологического процесса обжига кирпича приведен обоснованный выбор основных параметров контроля и управления технологического процесса обжига кирпича в кольцевой печи.

Температура во всех камерах печи зависит от расхода топлива и полноты его сгорания.

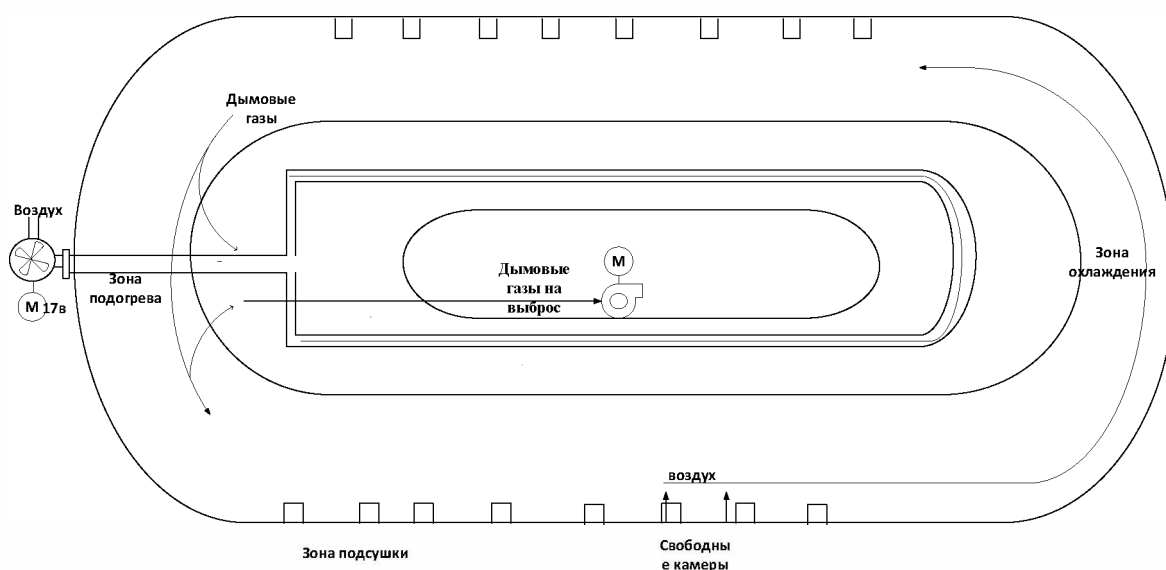
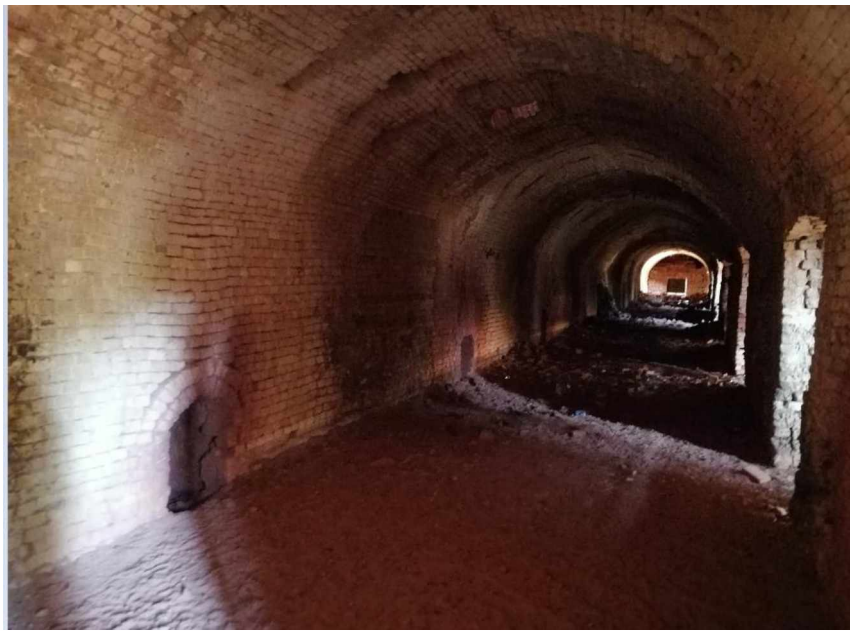


Рис. 1 Технологическая схема печи Гофмана [1]





**Рис. 2** Камеры печи Гофмана

Чтобы правильно дозировать давление и воздух, подаваемые на горелки, необходимо знать их точные значения в трубопроводах газа и воздуха соответственно.

Необходим контроль утечки газа, прежде всего из соображений безопасности. При объемной концентрации свыше 5% природный газ в смеси с воздухом представляет опасность.

В процессе обжига кирпича важными параметрами автоматического контроля являются: температуры в зонах охлаждения и предварительного нагрева; давления топлива и воздуха, подаваемых на горелки; концентрация метана в отработанных горячих газах, уровень усадки готового изделия. Задачи автоматического регулирования: температуры газов в зоне обжига; давление топлива, подаваемого на газовые арматуры горелок, уровень усадки кирпича.

Рассмотрим вариант структуры автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) [2].

Система будет выполнена как трехуровневая иерархическая система управления.

Первый уровень предназначен для получения информации о работе объекта управления и оказания управляющих воздействий на объект. Он включает в себя: первичные преобразователи температуры «ТПК135–0314.320»,

первичные преобразователи давления «ДДМ-1-400», преобразователи «ЭП1324», газоанализатор «СТМ-10-0001 ПБ», датчики уровня ОВЕН ПДУ, регулирующие клапаны «РУСТ-95», вентиляторы.

Второй уровень – шкаф контроля и управления на базе программируемого логического контроллера-SIEMENS S7–1500, предназначенного для преобразования и обработки информации с первого уровня управления, формирования управляющих воздействий на исполнительные устройства первого уровня. Также в шкафу контроля и управления расположены: ПЧВ1 преобразователь частоты для плавного управления электроприводами, модули для ввода/вывода дополнительных управляющих сигналов из линейки Simatic S7–1500, блоки питания нагрузки (PM), интерфейсные модули (IM), системные блоки питания (PS).

Третий уровень – автоматизированное рабочее место оператора, реализованное на базе SCADA-системы – отвечает за получение информации со второго уровня, ее обработку и хранение, представление оператору-технологу в удобном для принятия решений виде. Для реализации диспетчерского управления в рассматриваемой системе автоматизированного управления выбрана Simple-SCADA – бесплат-



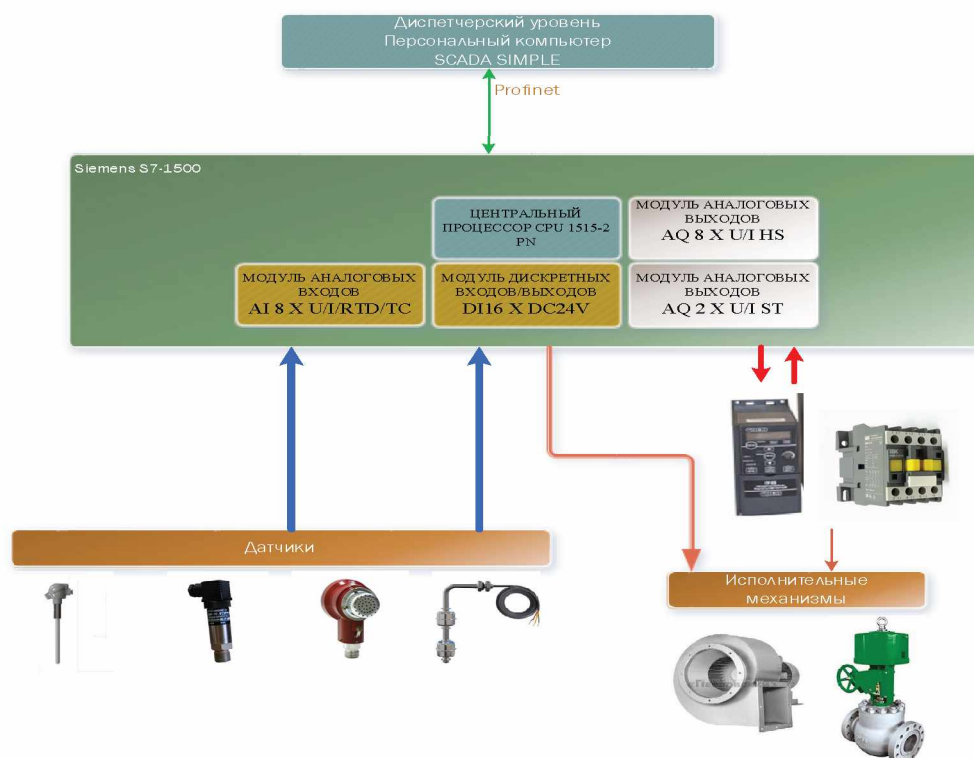


Рис. 3 Структурная схема системы автоматизированного управления

ная SCADA-система, обеспечивающая сбор, обработку, архивирование и визуализацию технологических процессов.

На рисунке 3 представлена структурная схема системы автоматизированного управления процессом обжига кирпича.

Система автоматизированного управления процессом обжига кирпича обеспечит:

- регулирование давления и температуры в камерах печи по заданной программе;
- отображение учетной информации на панели в щите управления и просмотр архивных данных с пульта оператора;
- возможность перепрограммирования и наращивания количества подключаемых датчиков и выбора соответствующего программного обеспечения;
- стыковку с «низовыми» системами цеховой, станционной, агрегатной и линейной автоматики различных производителей по различным протоколам;
- открытость к расширению и подключению новых систем «низовой» автоматики, в том числе открытость к добавлению новых протоколов;

- сокращение численности обслуживающего технологического персонала.

Операторский уровень автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) спроектирован при помощи интегрированной среды разработки SIMPLE-SCADA. На операторской станции будут установлены исполнительные модули SIMPLE-SCADA на 64 точки ввода/вывода и ДокMPB+ на 54 канала и 3 шаблона документов. В АСУТП будут реализованы следующие функции:

- графический интерфейс оператора с отображением текущих значений технологических параметров;
- аварийная сигнализация при превышении параметрами допустимых пределов;
- запись в отчет тревог аварийных ситуаций с возможностью квитирования событий;
- ведение архивов технологических параметров с отображением архивных данных на трендах;
- формирование документов технологической отчетности в формате html.

Данная программа обеспечит связь между оператором и комплексом технических средств

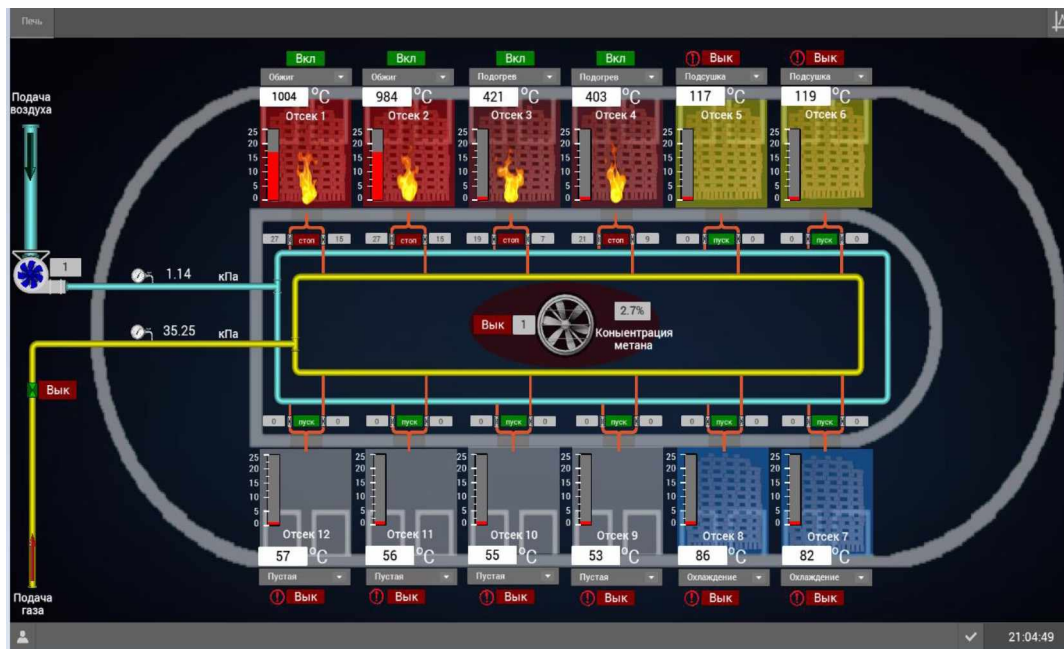


Рис. 4 Мнемосхема кольцевой печи в автоматическом режиме работы

автоматизированной системы управления и контроля.

Программа позволяет отображать на экране автоматизированного рабочего места оператора информацию о ходе технологического процесса на мнемосхемах (рисунок 4), а также внесение оперативных изменений в функционирование автоматизированной системы управления и контроля.

Для определения качества функционирования разрабатываемой системы был произве-

ден расчет одноконтурной системы автоматизированного регулирования в прикладной программе Matlab/Simulink. В качестве регулируемого параметра рассматривалась температура в зоне обжига печи, составляющая 1100 С.

Для определения показателей качества необходимо:

1. Провести компьютерное моделирование ТП в Simulink.
2. Построить график переходного процесса и определить устойчивость системы.

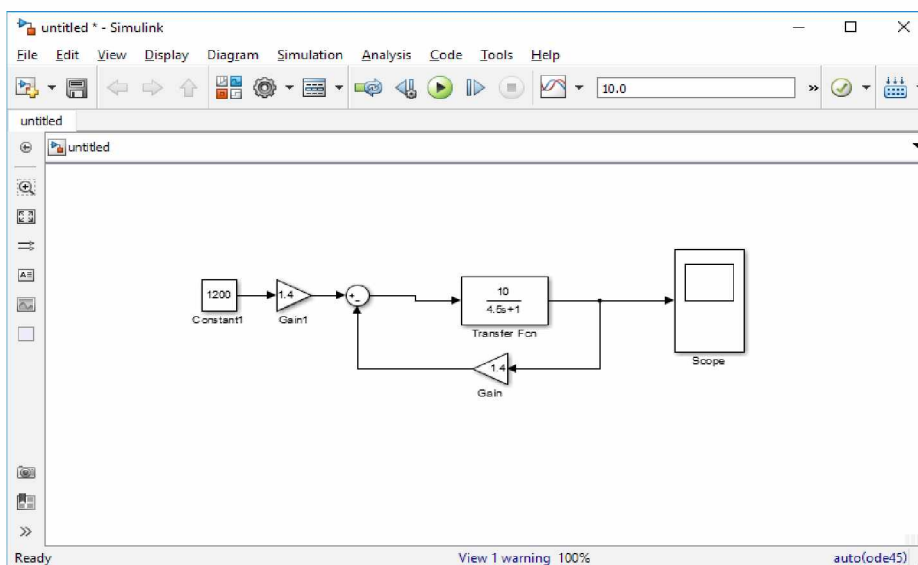


Рис. 5 Модель одноконтурной АСР в пакете Simulink

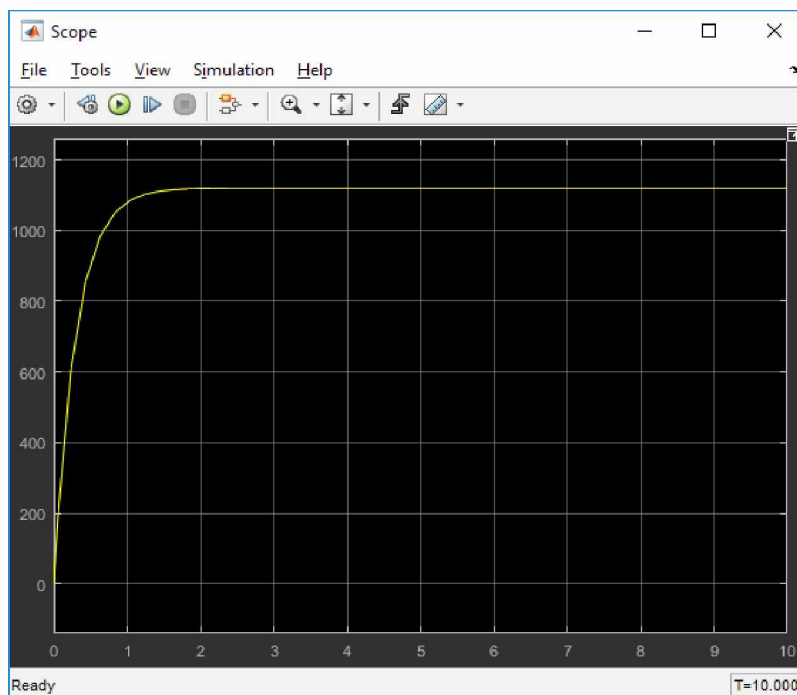


Рис. 6 График переходного процесса

3. Определить показатели качества и сделать вывод.

На рисунке 5 представлена модель системы в пакете Simulink.

На рисунке 6 представлен график переходного процесса.

Система устойчивая, время установившегося режима равно 1,5 секунды, что отвечает требованиям технического задания, время перерегулирования составляет 10 секунд.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная САУ обжига кирпича позволит: повысить эффективность сжигания топлива, обеспечить высокую точность и стабильность измерения и поддержания технологических параметров, повысить качество продукции

и снизить объёмы брака за счёт улучшения технологических режимов и контроля параметров работы печи. Проведенный расчет точностных характеристик САУ подтвердил соответствие системы требованиям технического задания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Печь Гофмана. Устройство печи и принцип ее работы [Электронный ресурс]. URL: <http://fccland.ru/proizvodstvo-kirpicha-i-cherepicy/3204-pech-gofmana-ustroystvo-pechi-i-princip-ee-raboty.html> (дата обращения: 11.02.20 г.).
2. Дагаев М.И., Муртазова Х.Т., Авторханов А.М. Система управления процессом обжига кирпича // Вестник ГГНТУ. Технические науки. Том XV. №3 (17). 2019. 84 с. URL: [gstu.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php](http://gstu.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php)
3. Старостин А.А., Лантеева А.В. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2015. 168 с.
4. Технические средства автоматизации и управления / Подлевских А.П., Михед А.Д., Жигалов К.Ю.: учеб. пособ. М.: МТИ, 2016. 180 с.



5. *Лабазанов М.А., Исаева М.Р., Пашаев В.В.* Разработка системы диспетчерского управления бинарной установкой на основе программного обеспечения TIA PORTAL фирмы SIEMENS // Вестник ГГНТУ. Технические науки. Том XV. №3 (17). 2019. 84 с. URL: [gstou.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php](http://gstou.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php)

## DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR AUTOMATED CONTROL OF THE BRICK FIRING PROCESS IN A RING FURNACE

© A. U. Takhgeriev, A. S-S. Khamzaev, U. A. Vagapov  
*GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

This article describes the technological process of firing ceramic bricks in a ring Hoffmann furnace. The existing level of object automation is analyzed. The justification for the introduction of an automated control system for the brick firing process and a variant of the block diagram of the automated control system is given. The main characteristics of the integrated development environment SIMPLE-SCADA, selected for the organization of the operator level of the automated process control system, are also presented. To determine the quality indicators of the system, direct and indirect assessments of the quality of the management system are determined.

**Keywords:** automated control system, brick firing, adjustable parameters, dispatch control

### REFERENCES

1. Pech' Gofmana. Ustroystvo pechi i printsip ee raboty [Hoffmann's furnace. The device of the furnace and the principle of its operation]. Available at: <http://fccland.ru/proizvodstvo-kirpicha-i-cherpicy/3204-pech-gofmana-ustroystvo-pechi-i-princip-ee-raboty.html> (Accessed: 11 February 2020)
2. Dagaev, M. I., Murtazova, Kh. T. and Avtorkhanov, A. M. (2019) 'Sistema upravleniya protsessom obzhiga kirpicha' *Vestnik GGNTU. Tekhnicheskiye nauki* [The control system of brick firing process. Bulletin of GSTOU. Technical sciences], V. XV, No 3 (17), p 84. (in Russian), available at: [gstou.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php](http://gstou.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php)
3. Starostin, A. A. and Lapteva, A. V. (2015) Technical means of automation and control [Tekhnicheskiye sredstva avtomatizatsii i upravleniya] Yekaterinburg: Publishing House of the Ural University. p 168
4. Labazanov, M. A., Isaeva, M. R. and Pashayev, V. V. (2019) 'Razrabotka sistemy dispetcherskogo upravleniya binarnoy ustanovkoy na osnove programmnoy obespecheniya TIA PORTAL firmy SIEMENS' *Vestnik GGNTU. Tekhnicheskoye nauki* [Development of a binary installation supervisory control system based on SIEMENS TIA PORTAL software. Bulletin of GSTOU. Technical sciences]. V. XV, No 3 (17), p 84. (in Russian)
5. Podlevskih, A. P., Mikhed, A. D. and Zhigalov, K. YU. (2016) 'Tekhnicheskiye sredstva avtomatizatsii i upravleniya' [Technical means of automation and control], Moscow, MTI, p 180. (in Russian), available at: [gstou.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php](http://gstou.ru/science/soderjanie-teh-2019-3.php)

## ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ И ИСПЫТАНИЯХ СТАНКОВ В СТРУКТУРЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

© Я. Ш. Шамсадова<sup>1</sup>, А. А. Игнатъев<sup>2</sup>, М. Р. Исаева<sup>1</sup>, Х. Р. Визирова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

<sup>2</sup>СГТУ им. Ю. А. Гагарина, Грозный, Россия

В данной статье приведены данные об экспериментальных исследованиях динамических характеристик и испытаний станков, что позволяет получить важные результаты для анализа виброакустических колебаний, возникающих в основных формообразующих узлах, для идентификации и диагностирования. В качестве практической реализации элементов автоматизированной системы научных исследований можно привести комплекс автоматизированных измерительных средств, применяемых в системе мониторинга технологического процесса изготовления деталей подшипников.

**Ключевые слова:** шлифовальные станки, динамические характеристики, виброакустические колебания.

В рамках системы менеджмента качества продукции в АО «ЕПК-Саратов» была внедрена система мониторинга технологического процесса (СМТП), задачей которой является контроль реального состояния процессов обработки деталей подшипников и станков. Основой для создания СМТП послужили многолетние исследования по повышению качества деталей за счет совершенствования технологии обработки, инструментов, технического обслуживания станков и внедрение новых средств контроля, которые были выполнены совместно сотрудниками ОАО «Саратовский подшипниковый завод» (в настоящее время АО «ЕПК-Саратов») и СГТУ [1].

Общая структура СМТП, в состав которой включено четыре подсистемы:

1) организационная подсистема, которая решает задачи обеспечения взаимодействия подсистем СМТП, изделий анализа информации о качестве изделий, состоянии технологического процесса (ТП), принятие решения по управлению качеством продукции;

2) подсистема технического обеспечения решает задачи измерения параметров, опреде-

ляющих качество изделий, технологического процесса и оборудования, первичной обработки данных и передачи результатов в базу данных СМТП;

3) подсистема научно-методического обеспечения (ПМО) решает задачи, связанные с общей организацией СМТП, формированием перечня информативных параметров состояния ТП и станков, обоснованием критериев оценки качества ТП и оборудования, моделированием и идентификацией объектов контроля, разработкой алгоритмов контроля, специализированного ПМО и рекомендаций по обеспечению качества изделий;

4) подсистема информационного обеспечения решает задачи обработки измерительной информации с объектов контроля, создание баз данных, обмена информацией между подсистемами СМТП, между СМТП и автоматизированной системой управления технологическим процессом (АСУТП) предприятия, формирования отчетной документации в форме, удобной для пользователей различного уровня.

Важное место в процессе изготовления колец подшипников отводится шлифовальной



обработке. Шлифовальные станки являются достаточно сложными и дорогостоящими. Надо отметить, что такие узлы станков, как шпиндельные, в силу больших частот вращения испытывают повышенные тепловые, а также силовые нагрузки. Указанное приводит к необходимости регулярного технического обслуживания и периодического ремонта. При соответствующей организации СМТП, в частности, контроля оборудования по вибрационным характеристикам, восстановление станков может осуществляться по их реальному техническому состоянию, что в ряде случаев снижает затраты по сравнению с планово-предупредительным ремонтом. В реальных условиях

производства возможна реализация двух вариантов мониторинга станков по вибрационным характеристикам.

Первый вариант связан с периодическим контролем виброакустических (ВА) характеристик станков с помощью переносных виброизмерительных приборов. Далее специалист лаборатории мониторинга может принять решение на основе собственного опыта, либо, используя автоматизированную обработку данных виброизмерений на компьютере типа Notebook, принять решение на основе рекомендаций автономной экспертной системы. Вторым вариантом базируется на постоянном контроле ВА колебаний оборудования с применением

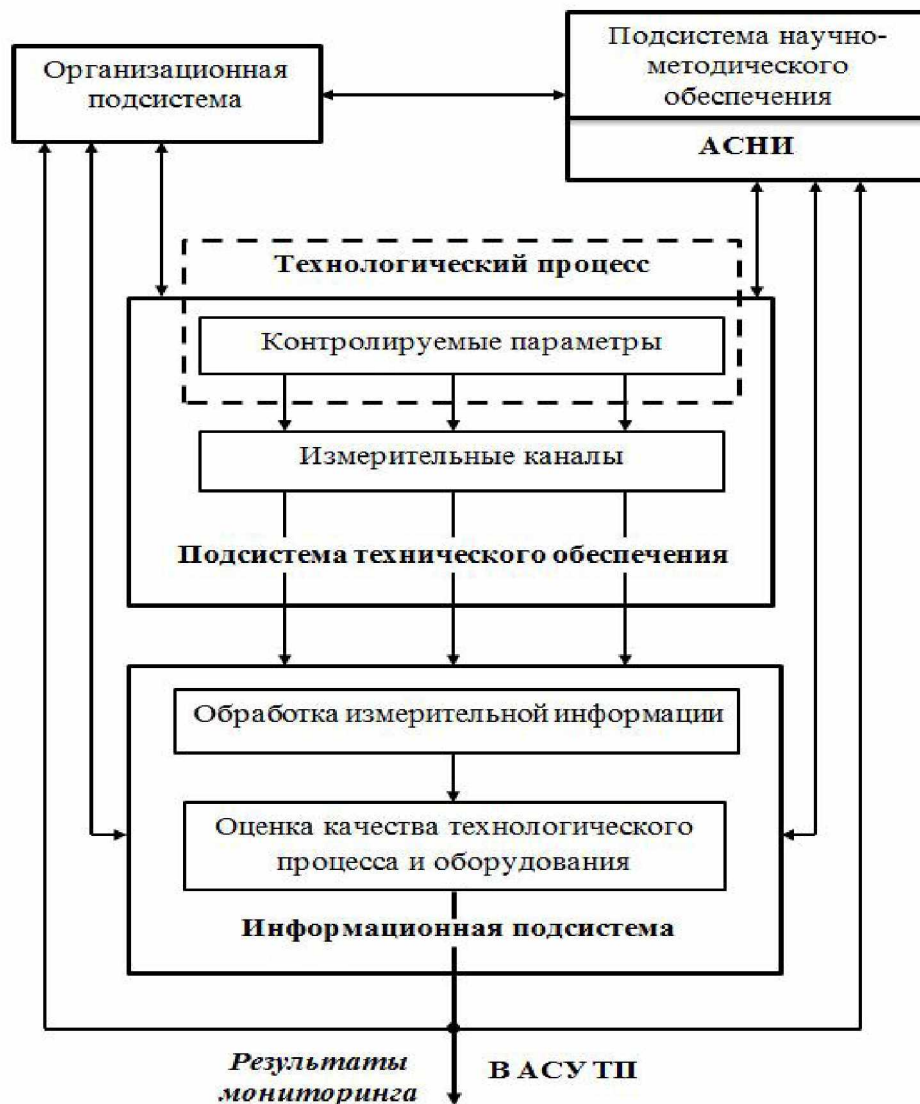


Рис. 1 АСНИ в структуре мониторинга технологического процесса

встроенных измерительных устройств. Это необходимо при изготовлении высокоточных дорогостоящих деталей, когда брак практически недопустим. Обработка данных виброизмерений осуществляется непрерывно и позволяет в режиме реального времени следить за состоянием станков и принимать решение на основе рекомендаций динамической экспертной системы, входящей в состав СМТП.

В обоих случаях квалифицированное решение по восстановлению станков на основе рекомендаций экспертной системы базируется на результатах достаточно длительных исследований и испытаний оборудования в производственных условиях.

Необходимо отметить, что для проведения подобных испытаний целесообразным является использование автоматизированной системы научных исследований (АСНИ), входящей в структуру СМТП (рисунок 1). Здесь следует подчеркнуть, что организационно АСНИ следует включить в подсистему научно-методического обеспечения, так как именно в ней формируется научный подход к исследованиям и испытаниям металлорежущих станков (МРС). При этом обязательным условием применения АСНИ является использование аппаратных, алгоритмических, программных и других средств всех подсистем СМТП.

Автоматизация экспериментальных исследований динамических характеристик и испытаний станков позволяет получить важные результаты для анализа ВА колебаний, возникающих в основных формообразующих узлах, для идентификации и диагностирования. При этом АСНИ следует рассматривать как методическую и экспериментальную основы процессов исследования и испытания МРС.

АСНИ является сложным аппаратно-программным комплексом на основе средств микропроцессорной техники, предназначенным для автоматизации выполнения научных экспериментов, моделирования и анализа характеристик объектов исследования, испытания новых технических систем на различных этапах их жизненного цикла, изучение которых традиционными методами достаточно трудоемко [1, 2].

В силу того, что к современным МРС предъявляются высокие требования с точки

зрения технологической надежности, возрастает роль автоматизированных испытаний и исследований МРС на этапах их проектирования, изготовления и эксплуатации. Для этого создаются специальные АСНИ, которые осуществляют измерение различных характеристик МРС, оказывающих влияние на эффективность обработки [3, 4].

Использование в АСНИ специализированных методов и средств должно быть основано на предварительно полученных результатах поисковых экспериментов на рассматриваемой модели станка, свидетельствующих о достаточной информативности измеряемых параметров и получаемых при этом характеристиках.

На основе изучения и анализа результатов многолетних исследований и испытаний токарных и шлифовальных МРС, выполненных в СГТУ, с применением автоматизированных средств измерения и обработки данных разработана общая структура АСНИ, которая отличается от предложенной в работе [5] с точки зрения решаемых задач и практического применения [6, 7].

При создании АСНИ в ее структуре выделяются ряд подсистем, необходимых для ее эффективного применения; методического и математического обеспечения, технического и программно-информационного обеспечения (рисунок 2).

В рамках подсистемы методического обеспечения решаются вопросы, связанные с обоснованием того, как должна формироваться АСНИ с учетом опыта аналогичных систем и характеристик конкретного объекта исследования, разработкой методик проведения поисковых экспериментов, на основе обработки результатов которых осуществляется моделирование объекта, разрабатывается методика автоматизированных экспериментов и формулируются критерии для оценки технологической надежности МРС.

В рамках подсистемы математического обеспечения осуществляется построение математических моделей объекта исследования или его подсистем и алгоритмов их идентификации на основе экспериментальных данных, методик и алгоритмов обработки данных поисковых и автоматизированных экспериментов и их

математического обеспечения, а также выполняется математическое обоснование критериев оценки технологической надежности MPC при изменении технологического режима.

Подсистема технического обеспечения содержит метрологически аттестованную аппаратуру для автоматизированного измерения параметров станка и ввода их в компьютер для дальнейшей обработки, измерительные приборы для контроля параметров деталей вне станка с последующим вводом этого массива данных в компьютер, а также собственно сам компьютер, в котором осуществляется обработка данных по специальным программам, и передача информации в базу данных и базу знаний.

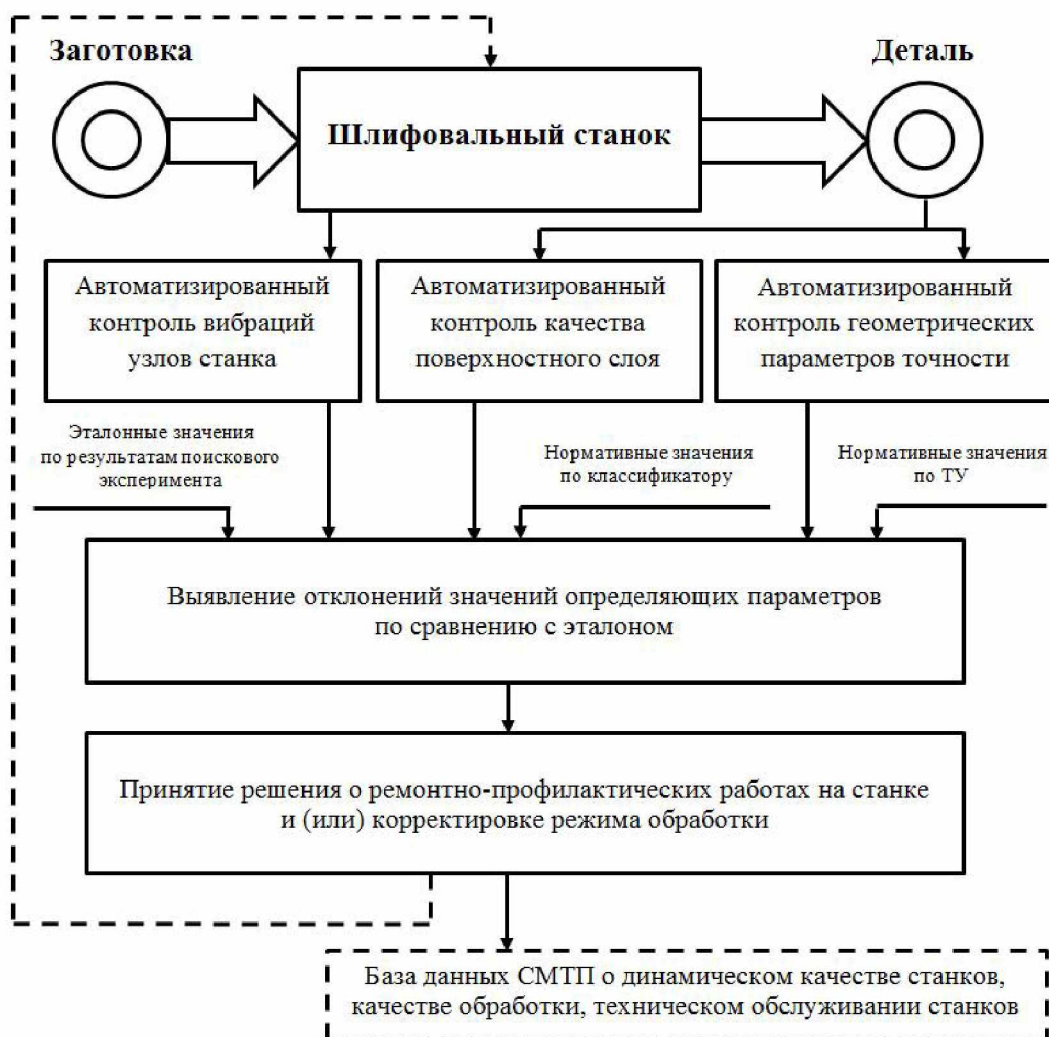
Подсистема программно-информационного обеспечения содержит программное обеспечение, во-первых, для обработки данных измерений с помощью систем компьютерной математики MathCAD, Matlab и др., а также пак-

етов проблемно-ориентированных прикладных программ (ППП), которые разрабатываются применительно к каждой конкретной АСНИ с учетом особенностей задач, решаемых для рассматриваемого объекта и присущих только данной АСНИ; во-вторых, для накопления данных измерений, результатов их обработки в базе данных, соответствующих выводов и рекомендаций на основе анализа экспериментов в базе знаний; в-третьих, для представления результатов экспериментов в удобной для пользователя форме.

Эффективность АСНИ при проведении экспериментов и испытаний в производственных условиях оценивается такими показателями, как достоверность оценки динамического качества станков и их технологической надежности в целом по экспериментальным данным, сложность, надежность и стоимость технического и программного обеспечения, быст-



Рис. 2 Структура АСНИ при контроле и испытаниях высокоточных станков на технологическую надёжность в производственных условиях



**Рис. 3** Реализация элементов АСНИ в рамках системы мониторинга технологического процесса изготовления деталей подшипников

родействие, и рядом других. Все подсистемы АСНИ в той или иной степени рассмотрены выше. В качестве практической реализации элементов АСНИ можно привести комплекс автоматизированных измерительных средств, применяемых в СМТП изготовления деталей подшипников (рис. 2), причем принятые решения как о качестве станков, так и о качестве обработки.

Эффективная реализация СМТП должна предусматривать широкое использование АСНИ ВА характеристик станков, что обеспечивает организацию восстановления технологической надежности станков по их фактическому динамическому состоянию и существенно снижает потери от брака (рисунок 3).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа результатов исследований обосновано, что организационно АСНИ следует включить в подсистему научно-мето-

дического обеспечения, так как именно в ней формируется научный подход к исследованиям и испытаниям МРС. При этом обязательным ус-



ловием применения АСНИ является использование аппаратных, алгоритмических, программных и других средств всех подсистем системы мониторинга технологического процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Проников А. С.* Программный метод испытания металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1985. 288 с.
2. *Рассторгуев Г. А.* Системный обзор испытаний технологического оборудования // Справочник. Инженерный журнал. 2013. № 1. С. 3-10.
3. *Диагностика и надежность автоматизированных систем / Б. М. Бржозовский, А. А. Игнатъев, В. В. Мартынов, А. Г. Схиртладзе.* Саратов: СГТУ, 2007. 352 с.
4. *Аршанский М. М., Щербаков В. П.* Вибродиагностика и управление точностью на металлорежущих станках. М.: Машиностроение, 1988. 136 с.
5. *Оперативный контроль и динамические испытания металлорежущих станков: обзор. информ. / Б. М. Бржозовский, А. А. Игнатъев, В. А. Добряков, В. В. Мартынов.* М.: ВНИИТЭМР, 1991. 61 с.
6. *Тугенгольд А. К., Димитров В. Р., Волошин Р. Н.* Мониторинг состояния станков и станочных систем // СТИН. 2017. № 3. С. 11-17.
7. *Игнатъев А. А., Каракозова В. А., Игнатъев С. А.* Стохастические методы идентификации в динамике станков. Саратов: СГТУ, 2013. 124 с.
8. *Добрынин С. А., Фельдман М. С., Фирсов Г. И.* Методы автоматизированного исследования вибрации машин. М.: Машиностроение, 1987. 224 с.
9. *Барков А. В., Баркова Н. А.* Вибрационная диагностика машин и оборудование. Анализ вибрации. СПб.: Севзапучцентр, 2013. 152 с.
10. *Игнатъев А. А., Самойлова Е. М., Шамсадова Я. Ш.* Оценка динамического качества станков с применением автокорреляционных функций виброакустических колебаний // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2017. № 2. С. 90-98.

## ORGANIZATION OF AN AUTOMATED SYSTEM SCIENTIFIC RESEARCH IN THE CONTROL AND TESTING OF MACHINES IN THE STRUCTURE OF THE PROCESS MONITORING SYSTEM

© Ya. Sh. Shamsadova<sup>1</sup>, A. A. Ignatyev<sup>2</sup>, M. R. Isaeva<sup>1</sup>, H. R. Vizirova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GSTOU named after acad. M. D. Millionschikov, Grozny, Russia

<sup>2</sup>Saratov State Technical University of Saratov named after Y. A. Gagarin, Saratov, Russia

This article presents data on experimental studies of dynamic characteristics and tests of machines, which allows us to obtain important results for the analysis of vibroacoustic vibrations that occur in the main forming nodes, for identification and diagnosis. As a practical implementation of the elements of an automated system of scientific research, we can cite a set of automated measuring tools used in monitoring the technological process of manufacturing bearing parts.

**Keywords:** grinding machines, dynamic characteristics, vibroacoustic vibrations.



## REFERENCES

1. Pronikov, A. S. (1985) Programmnyi metod ispytaniya metallovezhushchikh stankov [Program method for testing metal-cutting machines]. Moscow: *Mashinostroenie*. Pp. 288.
2. Rastorguev, G. A. (2013) 'Sistemnyi obzor ispytaniy tekhnologicheskogo oborudovaniya'. *Spravochnik. Inzhenernyi zhurnal*. [System review of testing of technological equipment. Reference Book. Engineering magazine]. № 1. Pp. 3-10.
3. Brzhozovsky, B. M., Ignatiev, A. A., Martynov, V. V. and Skhirtladze, A. G. (2007) Diagnostika i nadezhnost' avtomatizirovannykh sistem [Diagnostics and reliability of automated systems] Saratov: SSTU. Pp. 352
4. Arshansky, M. M. and Shcherbakov, V. P. (1988) Vibrodiagnostika i upravlenie tochnost'yu na metallovezhushchikh stankakh [Vibrodiagnostics and precision control on metal-cutting machines] Moscow: *Mashinostroenie*, pp. 136
5. Brzhozovsky, B. M., Ignatiev, A. A., Dobryakov, V. A. and Martynov, V. V. (1991) Operativnyi kontrol' i dinamicheskie ispytaniya metallovezhushchikh stankov: obzor. Inform [Operational control and dynamic testing of metal-cutting machines: overview. Inform] Moscow: NRITEER, pp. 61
6. Tugengold, A. K., Dimitrov, V. R. and Voloshin, R. N. (2017) 'Monitoring sostoyaniya stankov i stanochnykh sistem' [Monitoring of the state of machine tools and machine systems]. No. 3. Pp. 11-17.
7. Ignatiev, A. A., Karakozova, V. A. and Ignatiev, S. A. (2013) Stokhasticheskie metody identifikatsii v dinamike stankov [Stochastic identification methods in machine dynamics] Saratov: SSTU, pp. 124
8. Dobrynin, S. A., Feldman, M. S. and Firsov, G. I. (1987) 'Metody avtomatizirovannogo issledovaniya vibratsii mashin' Methods of automated research of machine vibration. Moscow: *Mashinostroenie*, pp. 224
9. Barkov, A. V. and Barkova, N. A. (2013) Vibratsionnaya diagnostika mashin i oborudovanie. Analiz vibratsii [Vibration diagnostics of machinery and equipment. Vibration analysis]. SPb.:Sensepoker, 20. Pp. 152
10. Ignatiev, A. A., Samoylova, E. M. and Samadova, J. S. (2017) 'Ocenka dinamicheskogo kachestva stankov s primeneniem avtokorrelyatsionnykh funktsii vibroakusticheskikh kolebaniy' [Evaluation of the dynamic qualities of machines with application of autocorrelation functions of vibro-acoustic disturbances] *Izvestiya vuzov. Povolzhskii region. Tekhnicheskie nauki* № 2. Pp. 90-98

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 622.06

DOI: 10.34708/GSTOU.2020.19.1.003

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИТОКОВ НЕФТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОБРАБОТОК СКВАЖИН ХАНКАЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© С.Л. Ахмадов, А.Х. Меджидов, З.Х. Газабиева, М.А. Костоев, Р.Х. Моллаев  
ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Эксплуатация глубоких высокотемпературных скважин осложняется отложениями асфальтено-смоло-парафиновых веществ (АСПО) в призабойной зоне пласта и в насосно-компрессорных трубах (НКТ), низкой продуктивностью отдельных скважин и их обводнением. Отложения АСПО приводят к снижению продуктивности вплоть до прекращения фонтанирования, а низкие коллекторские свойства пластов вызывают необходимость в работах по восстановлению и увеличению их проницаемости и интенсификации притоков нефти из скважин. По мере обводнения залежи, а также прорывов вод в скважины по отдельным высокопроницаемым зонам, становится актуальной проблема изоляции водопритоков и коррозионного разрушения оборудования. Известные способы борьбы с указанными осложнениями эффективны в основном в условиях неглубоких скважин с низкими пластовыми температурами и давлениями и малоэффективны или неприемлемы в условиях глубоких высокотемпературных скважин.

В этой связи в работе даны физико-химические основы применения различных реагентов для повышения продуктивности скважин; предложены оптимальные составы для интенсификации притока нефти из глубоких высокотемпературных скважин Ханкальского месторождения. Указанные геолого-технические мероприятия позволяют повысить эффективность эксплуатации скважин и технико-экономические показатели разработки месторождений.

**Ключевые слова:** реагент, продуктивность, интенсификация, кислота, изоляция, асфальтены, смолы, эмульсия, порода, скважина.

Основными проблемами, осложняющими эксплуатацию глубоких высокотемпературных скважин, к которым относятся и скважины Ханкальского месторождения, являются отложения асфальтено-смоло-парафиновых веществ (АСПО) в призабойной зоне пласта и в насосно-компрессорных трубах (НКТ), низкая продуктивность отдельных скважин и их обводнение. Отложения АСПО приводят к снижению продуктивности вплоть до прекращения фонтанирования, а низкие коллекторские свойства пластов вызывают необходимость в работах по восстановлению и увеличению их

проницаемости и интенсификации притоков нефти из скважин. По мере обводнения залежи, а также прорывов вод в скважины по отдельным высокопроницаемым зонам, становится актуальной проблема изоляции водопротоков и коррозионного разрушения оборудования.

Для предупреждения и борьбы с указанными осложнениями при эксплуатации скважин разработан и используется в нефтепромысловой практике комплекс различных мероприятий [2, 3, 4, 5].

На ряде нефтегазодобывающих предприятий РФ и отчасти в ООО «НК «Роснефть» –

«Грознефтегаз» удаление отложений асфальтено-смолистых и парафиновых веществ из лифтовых труб и призабойной зоны осуществляется путём закачки органического растворителя фирмы «РИНГО».

Для ингибирования АСПО в условиях безводных скважин рекомендуются реагенты серии ФЛЭК производства ООО «ФЛЭК» г. Пермь и химреагенты серии ХПП производства «Когалымский завод химреагентов» г. Когалым. С появлением в продукции скважин воды 5-10% и более предложены к применению ингибиторы серии СНПХ производства «Нефтепромхим» г. Казань и др.

К ингибиторам комплексного действия для защиты скважин и нефтепромыслового оборудования от смешанных отложений, включающих органические и неорганические соединения, относятся и ингибиторы типа ИКД-1 и ИКД-2, СНПХ-7909, которые позволяют увеличить межочистной период работы оборудования (МОП) в 2-4 раза, СНПХ-7941 – МОП увеличивается в 3-7 раз. К ингибиторам комплексного действия для защиты скважины и нефтепромыслового оборудования от парафиноотложений и коррозии относятся ингибиторы типа СНПХ-7920 (СНПХ-7920М).

Однако, как показывает нефтепромысловая практика, большинство из указанных мероприятий эффективны при наличии в скважинах отложений низкомолекулярных парафиновых соединений и неприемлемы или малоэффективны в условиях глубоких высокотемпературных скважин. Основными компонентами органических соединений в глубоких скважинах являются высокомолекулярные асфальтены и смолы и в меньшей степени соединения парафинового ряда.

Как установлено результатами теоретических и экспериментальных исследований, в том числе и на реальных образцах АСПО, отобранных из глубоких скважин ОАО «Грознефтегаз», для удаления высокомолекулярных, тугоплавких отложений из скважин и пластов Ханкальского месторождения целесообразно использовать ароматические растворители по специальной технологии. Эта технология предусматривает использование для удаления и ингибирования отложений АСПО соста-

вов, включающих ароматические и предельные углеводороды, поверхностные вещества (ПАВ), а также водные растворы гидратов окиси или силикатов щелочных металлов ( $NaOH$  или  $Na_2SiO_3$ ). Применение смеси растворителей с различной молекулярной структурой основано на различном характере растворимости асфальтено-смолистых и парафиновых веществ.

В качестве ароматических углеводородов рекомендуются бутил-бензолная (ББФр) и бензолтолуольная (БТФ) фракции, которые хорошо растворяют высокомолекулярные асфальтены и смолы. В качестве предельных углеводородов применяется стабильный газовый бензин (СГБ), который преимущественно растворяет парафиновые компоненты органических отложений. Введение в эти составы ПАВ (например амины) дополнительно стимулирует процесс растворения АСПО при концентрации ПАВ 0,5-1,5%. Применение  $NaOH$  или  $Na_2SiO_3$  в концентрации 20-44% обеспечивает ингибирующий эффект за счет гидрофилизации поверхности оборудования, трещин пласта, а также АСПО [2, 3, 5].

В случае низких притоков из пласта основным способом восстановления и повышения продуктивности скважин является воздействие на призабойную зону с помощью кислот, растворителей и ПАВ (соляно-кислотные и глино-кислотные обработки, промывки растворами ПАВ, органическими растворителями, обработки кислотными эмульсиями).

Степень восстановления продуктивности при химобработках зависит от активности составов по отношению к разным типам загрязнителей и преобладающего типа загрязнений, межфазного натяжения между составом и вмещающей породой пласта, скоростью реакций между составом и загрязнителями, термостойкостью состава в пластовых условиях. Так, при преобладании карбонатных загрязнений достаточно проведения соляно-кислотных обработок, при наличии в пласте заметных количеств алюмосиликатов и песчаников требуется глино-кислотная обработка, отмывка смол и парафинов успешно проводится углеводородными растворителями.

Основой всех составов для обработок скважин являются в основном растворы соляной кислоты.

Неоднородность строения трещинно-поровых верхнемеловых коллекторов Ханкальского месторождения как по мощности, так и по простиранию пласта обуславливает неравномерность притока – интервалы, из которых осуществляется приток, значительно меньше вскрытой мощности пласта.

Результаты глубинных термогидродинамических исследований показывают, что из всей вскрытой мощности пласта в фильтрации обычно участвуют лишь отдельные интервалы со сравнительно высокой проницаемостью, составляющие в среднем 20-30% от всего перфорированного интервала.

Неоднородностью пластов по проницаемости обусловлена низкая продуктивность отдельных скважин и недостаточная эффективность применяемых методов воздействия на пласт.

Так, например, в целом по ОАО «Грознефтегаз» успешность соляно-кислотных обработок составила порядка 50%. Еще ниже успешность этих обработок в скважинах, дающих обводненную продукцию. Это связано с тем, что рабочая жидкость при обработках поступает преимущественно в высокопроницаемые зоны, которые являются основными путями обводнения скважин. При этом низкопроницаемые зоны, составляющие большую часть разреза, воздействию практически не подвергаются. Проведение обычных химических обработок при близком расположении дренируемых интервалов к водонефтяному разделу нередко приводит к появлению воды даже в продукции скважин, которые до обработки подавали чистую нефть.

В этих условиях для интенсификации притока из пласта необходимы специальные методы обработки пласта, основанные на изоляции высокопроницаемых зон и химическом воздействии на низкопроницаемые интервалы.

Известные методы изоляции водопритоков и поинтервального воздействия на ПЗП с использованием гипанов, терморективных смол и др. эффективны в основном в условиях пластов с температурами до 90-100°C. На

основании результатов экспериментальных исследований, в том числе на моделях пласта, установлено, что в качестве изолирующих материалов для блокирования обводненных зон и поинтервального воздействия на пласт в условиях высокотемпературных коллекторов трещинного типа эффективными являются полимеры из группы полиолефинов и высокоокисленные битумы (ВОб).

Из полиолефинов для обработок скважин применяются полипропилен (ПП), полиэтилен низкого давления (ПНД) и отходы его производства – полимер промрастворного потока (ППП) и полимер бензинового потока (ПБП). Температура их плавления 100-170°C. Эти полимеры растворяются в углеводородах, в том числе в пластовых нефтях, и нейтральны к действию пластовых вод и различных кислот. Наиболее интенсивное и полное растворение наблюдается при температурах, близких или выше температуры плавления полимеров.

Битумы представляют собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов и их гетеропроизводных. Компонентами группового состава битумов являются масла, смолы и асфальтены, в зависимости от содержания которых находятся консистенция и реологические характеристики битумов.

Плотность ВОб марки X-I, применяемого для изоляции водопритоков и поинтервального воздействия на пласт, равна 1030 кг/м<sup>3</sup>, температура размягчения 140÷160°C, вязкость при температуре размягчения 10<sup>7</sup>÷10<sup>8</sup>мПа·с. ВОб обладает повышенной, по сравнению с полиолефинами, растворимостью в углеводородах, в том числе в различных пластовых нефтях. Он устойчив к действию разбавленных кислот и различных вод [4, 5, 6].

После блокирования высокопроницаемых, зачастую обводненных интервалов пласта, проводится поинтервальное воздействие на ПЗП с использованием кислотных растворов. Так как обычные соляно-кислотные растворы обладают высокой скоростью нейтрализации и коррозионной агрессивностью, они не обеспечивают глубокого воздействия на пласт. Кроме того, отсутствуют эффективные ингибиторы, позволяющие применять соляную кислоту при температурах выше 120-130°C. В этой связи



для обработок глубоких высокотемпературных скважин в условиях Ханкальского месторождения рекомендуются соляно-кислотные эмульсии и органические кислоты.

Солянокислотные эмульсии (СКЭ) представляют собой структурированные системы, содержащие кислотную и углеводородную фазы и стабилизатор эмульсии [3, 4, 5].

СКЭ не проявляет коррозионной агрессивности по отношению к подземному оборудованию. Поэтому СКЭ может использоваться в целях обеспечения антикоррозионной защиты труб в процессе доставки кислоты к забою скважины. В этом случае рецептура эмульсии подбирается таким образом, чтобы период стабильности был равен или незначительно превышал время прокачки эмульсии к забою скважины. При этом выделение кислоты в свободную фазу и взаимодействие с породой происходит сразу же после поступления СКЭ в пласт.

Органические кислотные растворы (ОКР) представляют собой водные растворы органических кислот (муравьиной, уксусной, пропионовой, масляной) и органических полярных растворителей (спиртов, кетонов, эфиров). Они обладают пониженной коррозионной агрессивностью и могут быть приготовлены также из чистых компонентов, например путем смешения кислоты (муравьиной или уксусной), воды и растворителя (метанола или ацетона).

Растворение карбонатных пород в органических кислотах происходит в 2,8-12,0 раз медленнее, чем, например, в концентрированной соляной кислоте, вследствие чего становится возможной доставка активного кислотного раствора к зонам пласта, удаленным от ствола скважины на расстояние до 50 м и более. Реакция с известняком протекает наиболее интенсивно при содержании органических кислот в пределах 15-25%. В концентрированных растворах взаимодействие с известняком происходит очень медленно. Поэтому для обработок карбонатных пластов, как правило, рекомендуются разбавленные водой ОКР.

Присутствие органических растворителей также способствует замедлению реакции с карбонатами и улучшает проникающую способность раствора и очистку пласта от отложений органических соединений (АСПО).

Кроме того, использование для обработок ПЗП соляно-кислотных эмульсий и органических кислот позволяет исключить коррозионное разрушение подземного оборудования и устьевого обвязки скважин.

В случае производственной необходимости мероприятия по защите труб от коррозии должны соблюдаться при обводнённости более 50-60%. Антикоррозионная защита должна быть долгосрочной и эффективной.

Контроль за коррозионным износом необходимо осуществлять согласно РД 39-669-81. Контролируемые показатели: скорость коррозии оборудования, наличие железа и кислорода в добываемой продукции.

Для исключения коррозионного износа обсадных колонн, насосно-компрессорных труб и устьевого оборудования должна быть предусмотрена ингибиторная защита.

Для защиты внутренней поверхности промышленных коммуникаций и оборудования должны быть предусмотрены узлы ввода ингибитора.

Предупреждение разрушения достигается периодической закачкой ингибитора в затрубное пространство скважины, что оказывает защитное действие на участки нефтегазопроводов от скважин до групповой установки.

К использованию могут быть рекомендованы (с учетом конкретных условий) ингибиторы коррозии: ФОМ-9-12, Урал-2, ИКБ-4, Север-1М, Нефтехим 1, СНПХ-1004, СНПХ-1004Р. Закачку ингибиторов коррозии следует осуществлять с помощью дозировочных установок.

Технологические схемы обработок скважин растворителями, кислотами и изолирующими материалами являются схожими и включают следующие основные операции [1, 2, 4]: приготовление рабочих агентов; подготовка устья скважины и обвязка насосных агрегатов; закачка рабочих агентов в скважину; продавка реагентов в пласт; выдержка реагентов в пласте или в скважине; запуск скважины в работу.

Вышеперечисленные технологические схемы по интенсификации притока нефти из пласта прошли опытно-промышленные испытания на глубоких скважинах ОАО «Грознефтегаз». В результате этих работ обеспечен



существенный прирост добычи нефти и изоляция попутно извлекаемой пластовой воды, снижено коррозионное разрушение нефтепромышленного оборудования. Таким образом указанные геолого-технические мероприятия позволяют повысить эффективность эксплуатации скважин и технико-экономические показатели разработки месторождений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проект разработки Ханкальского месторождения: Отчет по договору № 1032-1. 2007. ПР / Краснодар; РосНИПИТермНефть, 2007. 146 с.
2. Отчетные материалы ОАО «Грознефтегаз» за 2007-2012 год.
3. *Комиссаров А. И., Моллаев Р. Х.* Технология удаления органических отложений в глубоких скважинах. РД 39-9-1116-84. Утвержден МНП. Грозный, СевКавНИПИнефть, 1984.
4. *Моллаев Р. Х.* Повышение эффективности селективного ограничения водопритоков в скважинах. РНТС «Нефтепромышленное дело». М.: ВНИИОЭНГ, 1981. №4. С. 28-31.
5. *Комиссаров А. И., Моллаев Р. Х., Яровой В. А.* Интенсификация добычи нефти из глубоко-залегающих трещиноватых коллекторов. М.: ВНИИОЭНГ, 1985. Вып. 8.
6. *Щуров В. И.* Технология и техника добычи нефти. М.: Альянс, 2005. С. 510.

### PHYSICAL AND CHEMICAL BASIS OF APPLICATION AND ANALYSIS OF METHODS OF INTENSIFICATION OF OIL INFLOWS FROM WELLS OF KHANKAL DEPOSIT

© S. L. Akhmadov, A. H. Mezhidov, Z. H. Gazabieva, R. H. Mollayev  
*GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

Operation of deep high-temperature wells is complicated by deposits of asphalt-resin-paraffin substances (ASPO) in the bottom-hole zone of the formation and in tubing, low productivity of individual wells and their watering. ASPO deposits lead to a decrease in productivity up to the end of the fountain, and the low reservoir properties of the formations require recovery and increased permeability and intensification of oil inflows from the wells. As the deposit is watered down, as well as water breakouts into wells along separate highly permeable zones, the problem of isolation of water inflows and corrosion destruction of equipment becomes urgent. Known methods of controlling these complications are effective mainly in shallow wells with low formation temperatures and pressures and are ineffective or unacceptable in deep high temperature wells.

In this regard, the work provides physical and chemical bases for the use of various reagents to increase well productivity; Optimal compositions are proposed for intensification of oil inflow from deep high-temperature wells of Khankalskoye deposit. These geological and technical measures make it possible to increase efficiency of wells operation and technical and economic indicators of fields development.

**Keywords:** reagent, productivity, intensification, acid, insulation, asphaltenes, resins, emulsion, rock, well

#### REFERENCES

1. (2007) Proekt razrabotki Khankal'skogo mestorozhdeniya. Otchet po dogovoru № 1032-1. RosNIPITermNeft' [Khankalskoye Field Development Project. Contract Report No. 1032-1. PR/Krasnodar. Rosnipitermneft. 146 p.
2. Reporting materials of OAO Grozneftegas for 2007-2012.
3. Komissarov, A. I. and Mollaev, R. Kh. (1984) Tekhnologiya udaleniya organicheskikh otlozhenii v glubokikh skvazhinakh [Technology of removal of organic deposits in deep wells]. RD 39-9-1116-84. ApprovedMNP. Grozny, Sevkavpineft.
4. Mollaev, R. Kh. (1981) Povyshenie effektivnosti selektivnogo ogranicheniya vodopritokov v skvazhinakh. RNTS «Neftepromyslovoe delo» [Increasing efficiency of selective limitation of water inflows in wells. RNTS "Oil Field Business"] M.: NRIOEOG, №4, pp. 28-31.
5. Komissarov, A. I., Mollayev, R. H. and Jarovoy, V. A. (1985) Intensifikatsiya dobychi nefiti iz glubokozalegayushchikh treshchinovatykh kollektorov [Intensification of oil production from deep-burning fractured collectors] M.: NRIOEOG. Rev. 8.
6. Schurov, V. I. (2005) Tekhnologiya i tekhnika dobychi nefiti [Oil Production Technology and Technics]. Moscow: Alliance, p. 510.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И УДАЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ ИЗ МЕЗОЗОЙСКИХ СКВАЖИН ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

© М.Р. Масаров, З.Х. Газабиева, М.А. Эдильгериев,  
А.Х. Меджидов, Р.Х. Моллаев

*ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, Грозный, Россия*

Основными проблемами, осложняющими эксплуатацию глубоких скважин (на определенной стадии разработки), являются низкие коллекторские свойства пластов и отложения в призабойной зоне пласта (ПЗП) и подземном оборудовании органических солей, то есть высокоплавких асфальтено-смолистых веществ (АСВ). Это приводит к существенному уменьшению добычи нефти, вплоть до полного прекращения притока из пласта, затрудняет, а в ряде случаев и полностью исключает, возможность проведения глубинных термогидродинамических исследований скважин и мероприятий по воздействию на призабойную зону пласта, вызывает необходимость в дополнительных затратах, связанных со сбором, транспортировкой и подготовкой нефти, что ухудшает технико-экономические показатели разработки нефтяных залежей.

Для борьбы с указанными осложнениями разработаны и используются в нефтепромысловой практике большое количество технологических методов и реагентов на базе растворителей фирмы «РИНГО», ингибиторов и растворителей института «Союзнефтепромхим» (СНПХ-7909, СНПХ-7941, СНПХ-7920М) и другие.

Однако указанные реагенты и технологические схемы предназначены для обработок неглубоких скважин, где основную массу отложений составляют соединения парафинового ряда. В условиях отложения высокомолекулярных АСВ они малоэффективны или неприемлемы. В этой связи для условий глубоких высокотемпературных асфальтено-смолообразующих скважин разработаны специальные технологии обработок ПЗП и НКТ. Технология предусматривает использование для удаления и ингибирования отложений АСВ составов, включающих ароматические и предельные углеводороды, поверхностно-активные вещества (ПАВ), а также водные растворы гидратов окиси или силикатов щелочных металлов. Применение смеси растворителей с различной молекулярной структурой основано на различном характере растворимости асфальтено-смолистых и парафиновых веществ.

Разработанная технология внедрена на мезозойских скважинах ОАО «Грознефтегаз», что позволило обеспечить безаварийный спуск глубинных приборов для проведения термогидродинамических исследований и значительно увеличить производительность скважин и дополнительно добыть десятки тысяч тонн нефти.

**Ключевые слова:** разработка, эксплуатация, скважина, коллектор, пласт, АСВ, реагент, растворитель, ингибитор, ПАВ, ПЗП, ароматические углеводороды, интенсификация.

В последние десятилетия отмечается тенденция поиска и ввода в разработку продуктивных нефтегазовых горизонтов, как на новых площадях, так и на больших (до 5000-6000 м.) глубинах (рис. 1) [1]. Эти залежи характеризуются высокими пластовыми температурами (до 180-190°C) и давлениями (до 100 Мпа). В этих условиях для гермитизации устья используются высокопрочные фонтанные арматуры

(рис. 2) [1, 2, 3, 6].

Основными проблемами, осложняющими эксплуатацию глубоких скважин (на определенной стадии разработки), являются низкие коллекторские свойства пластов и отложения в призабойной зоне пласта (ПЗП) и подземном оборудовании органических солей, то есть высокоплавких асфальтено-смолистых веществ (АСВ)..

Гудермесское месторождение  
Павловский и Западно-Гудермесский участки  
Геологический разрез верхнемеловых отложений по линии скважин №№ 3 - 203

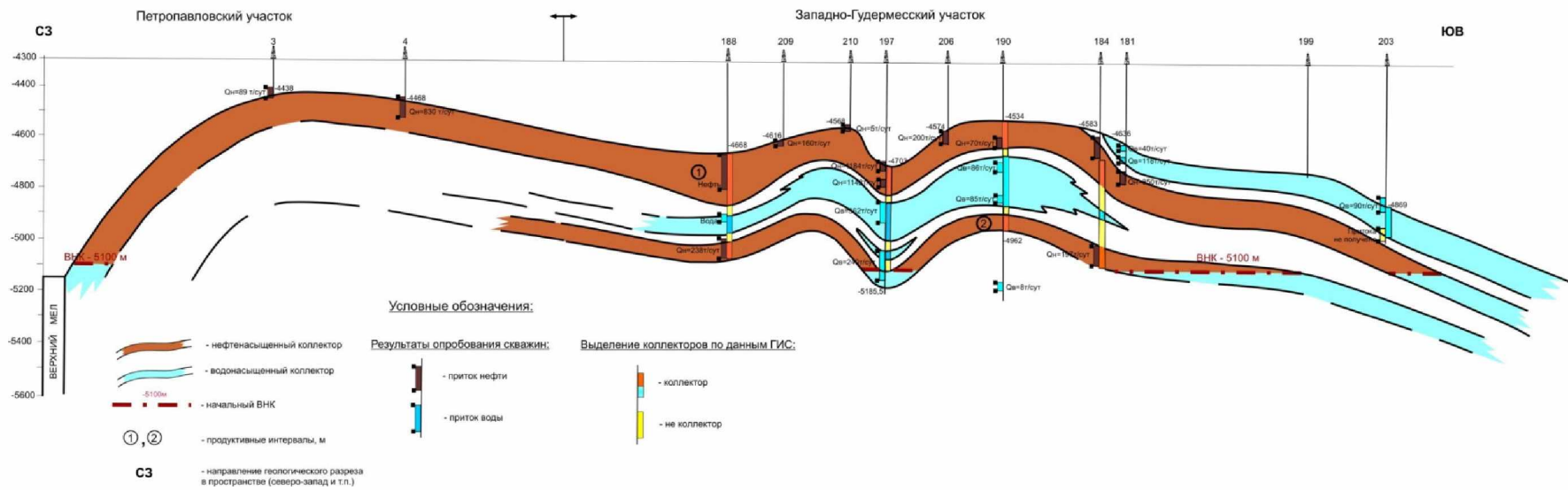
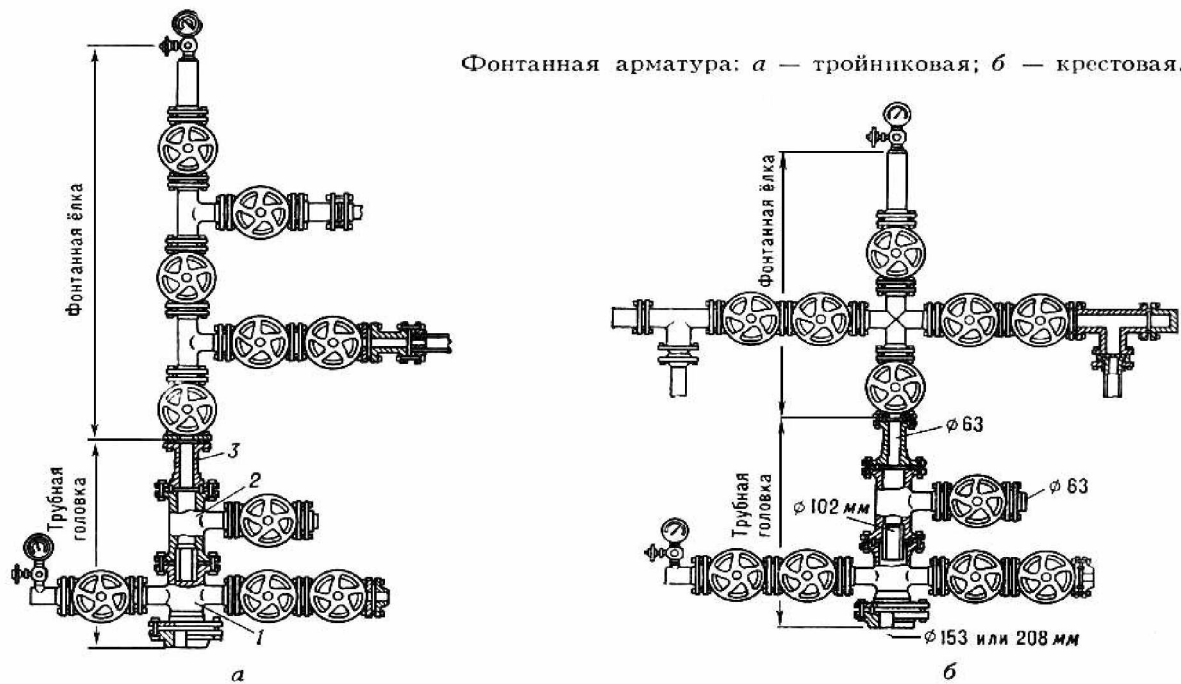


Рис. 1 Геологический разрез верхнемеловых отложений по линии скважин №№3-203 [1]





Фонтанная арматура: а — тройниковая; б — крестовая.

Рис. 2 Высокопрочные фонтанные арматуры [6]

Это приводит к существенному уменьшению добычи нефти, вплоть до полного прекращения притока из пласта, затрудняет, а в ряде случаев и полностью исключает возможность проведения глубинных термогидродинамических исследований скважин и мероприятий по воздействию на призабойную зону пласта, вызывает необходимость в дополнительных затратах, связанных со сбором, транспортировкой и подготовкой нефти, что ухудшает технико-экономические показатели разработки нефтяных залежей.

Так, например, в нефтепромысловой практике для удаления отложений асфальтено-смолистых и парафиновых веществ из лифтовых труб и призабойной зоны пласта применяется закачка органического растворителя фирмы «РИНГО». В качестве ингибитора АСВ для безводных скважин рекомендованы реагенты серии ФЛЭК производства ООО «ФЛЭК» г. Пермь и химреагенты серии ХПП производства «Когалымский завод химреагентов» г. Когалым.

С появлением в продукции скважин воды (5-10% и более) рекомендуются к применению ингибиторы серии СНПХ производства «Нефтепромхим» г. Казань и др.

К ингибиторам комплексного действия для защиты скважин и нефтепромыслового оборудования от смешанных отложений, включающих органические и неорганические соединения, относятся ингибиторы типа ИКД – 1 и ИКД – 2, СНПХ – 7909, которые позволяют увеличить межочистной период работы оборудования (МОП) в 2-4 раза. При использовании СНПХ – 7941 – МОП увеличивается в 3-7 раз. К ингибиторам комплексного действия для защиты скважины и нефтепромыслового оборудования от парафиноотложений и коррозии относятся ингибиторы типа СНПХ – 7920 (СНПХ – 7920М) [5, 6].

Подача ингибиторов АСВ при обработке нефтепромыслового оборудования осуществляется периодически или непрерывно. Рекомендуется технология глубинного дозирования ингибиторов АСВ (выбранных в ходе проведения лабораторных испытаний). На фонтанных скважинах для этого можно использовать установки серии «ОЗНА-ДОЗАТОР» производства ОАО «АК ОЗНА» г. Октябрьский или блока дозирования с подогревом компании «Синергия-Лидер» г. Пермь и др. [3], а также термоэлектрические установки для разогрева и повышения подвижности скважинной продукции (рис. 3 и 4) [6].

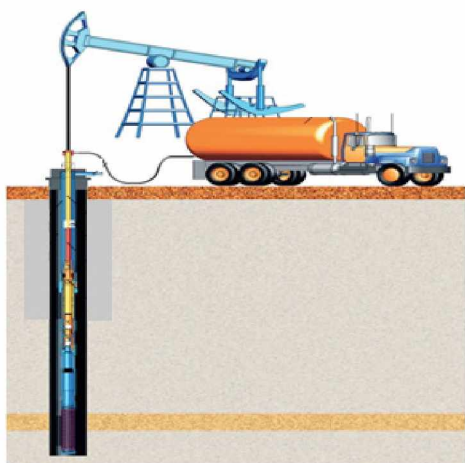


Рис. 3 Тепловая обработка скважин [6]

Однако, как показывают результаты нефтепромысловых работ на месторождениях Российской Федерации, указанные реагенты и технологические схемы предназначены для обработок неглубоких скважин, где основную массу отложений составляют соединения парафинового ряда. В условиях отложения высокомолекулярных АСВ они малоэффективны или неприемлемы. В этой связи СевКавНИПИнефтью был выполнен комплекс теоретических и экспериментальных исследований с целью подбора эффективных технологических схем и реагентов для борьбы с отложениями АСВ. На основании этих исследований и опытно-промышленных испытаний на объектах ОАО «Грознефтегаз» разработаны специальные технологии обработок глубоких высокотемпературных асфальтено-смолообразующих скважин. Технология предусматривает использование для удаления и ингибирования отложений АСВ составов, включающих ароматические и предельные углеводороды, поверхностно-активные вещества (ПАВ), а также водные растворы гидратов окиси или силикатов щелочных металлов. Применение смеси растворителей с различной молекулярной структурой основано на различном характере растворимости асфальтено-смолистых и парафиновых веществ [4, 5, 6].

В качестве ароматических углеводородов используются побочные продукты нефтехимического производства: бутил-бензолная фракция (ББФр) и бензол-толуольная (БТф)

фракция, которые хорошо растворяют высокомолекулярные асфальтены и смолы. В качестве предельных углеводородов применяется стабильный газовый бензин (СГБ), который преимущественно растворяет парафиновые компоненты органических отложений. Введение в эти составы ПАВ (например аминов) дополнительно стимулирует процесс растворения АСВ при концентрации ПАВ 0,5-1,5%. Применение водных растворов гидроксидов в концентрации 20-44% обеспечивает ингибирующий эффект за счет гидрофилизации поверхности оборудования, трещин пласта, что существенно замедляет и даже исключает накопление новых отложений АСВ.

Проектирование процесса обработки заключается в определении количества и состава растворителя, типа и объема продавочной жидкости, выборе объекта обработки (призабойная зона пласта или насосно-компрессорные трубы), обосновании режима закачки и продавки, а также времени выдержки раствора на реагирование.

Выбор растворителя для удаления отложений АСВ зависит от их компонентного состава. С увеличением содержания в составе отложений высокомолекулярных асфальтено-смолистых компонентов необходимо повышать концентрацию ароматических углеводородов ББФр (БТф) в смеси растворителей ББФр (БТф) и СГБ и, наоборот, с увеличением содержания парафиновых веществ повышается концентрация предельных углеводородов (СГБ). Оптимальная концентрация ББФр (или БТф) при значительном (свыше 60-70%) содержании асфальтено-смолистых веществ составляет 50-60%. При повышенном содержании парафинов в составе отложений количество СГБ в смеси должно быть порядка 60-80%. Для конкретных условий оптимальное соотношение ББФр (БТф) и СГБ устанавливается опытным путем.

Количество растворителя принимается равным 0,5-2,0 объемам насосно-компрессорных труб (НКТ), если целью обработки является удаление АСВ из НКТ или из расчета 0,2-1,0 м<sup>3</sup> на 1 погонный метр вскрытой толщины пласта (но не менее 5 м<sup>3</sup>), если обработке подвергается ПЗП. Для уточнения объема



научно-производственное объединение  
**ПЕРМНЕФТЕГАЗ**

## Термоэлектрическая установка Warm Stream с размещением кабеля снаружи трубы НКТ

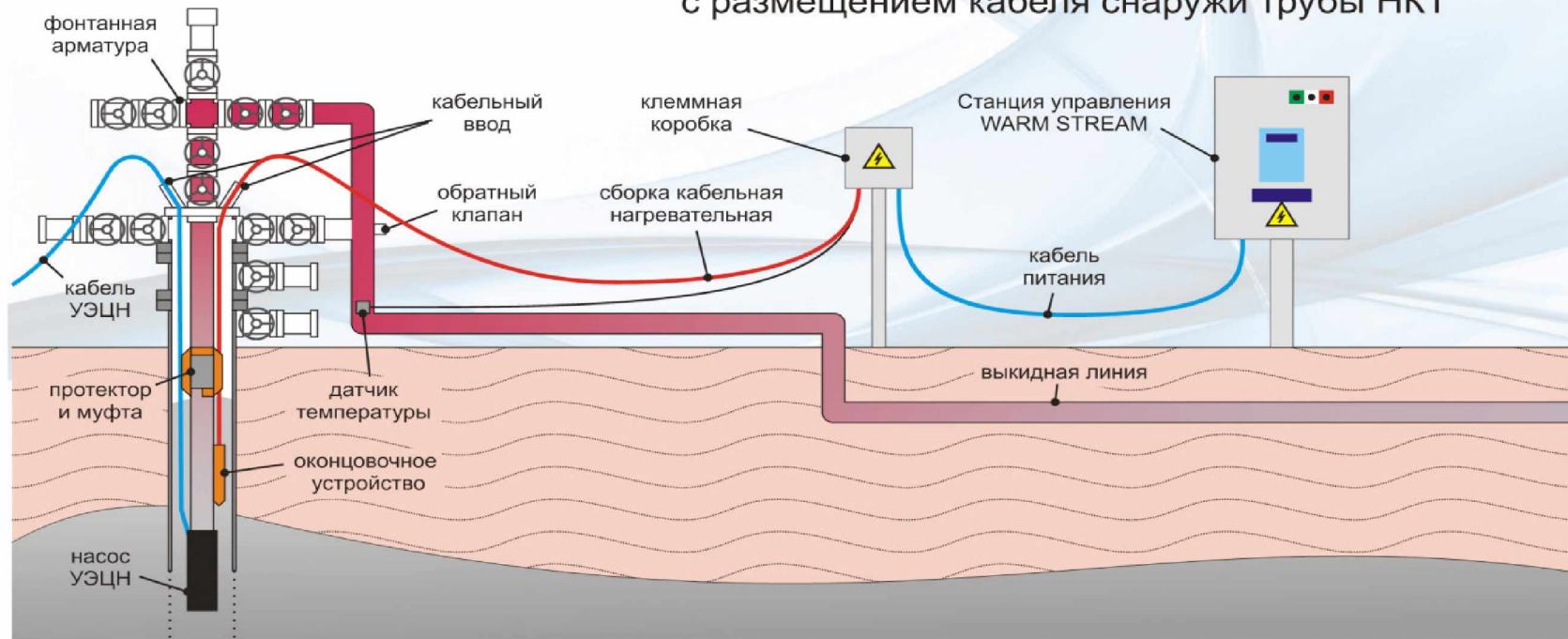


Рис. 4 Термоэлектрическая установка [6]



растворителя при обработке ПЗП могут быть привлечены результаты термогидродинамических исследований скважин. Обработка ПЗП проводится после предварительного удаления отложений АСВ из НКТ.

Время выдержки растворителя в скважине и пласте зависит от температуры и изменяется от 1 до 4 часов. С увеличением пластовой температуры время выдержки реагентов на реакцию сокращается.

Гидрофилизирующие агенты (водный раствор силиката или гидрата окиси щелочного металла) закачиваются в скважину медленно при производительности насосных агрегатов 3-5 л/с из расчета 0,1-0,3 м<sup>3</sup> на 1 м вскрытой толщины пласта при обработке ПЗП. Количество агента при гидрофилизации НКТ принимается равным 0,2-1,0 объема НКТ.

Выбор технологической схемы определяется целью обработки – обеспечение возможности безаварийного проведения глубинных термогидродинамических исследований, интенсификация притоков нефти из пласта или ингибирование органических отложений.

При обработках с целью очистки от АСВ только НКТ перед проведением глубинных исследований производят обвязку скважины с насосными агрегатами, осуществляющими закачку растворителя, по схеме прямой циркуляции. На нагнетательной линии устанавливается обратный клапан.

Растворитель готовят путем смешивания в емкости необходимого количества ББФР (БТФ) с ПАВ с последующей подачей под уровень ББФР (БТФ) расчетного количества СГБ. Амины перед применением разогреваются до текучего состояния при температуре 50-60°C и постепенно вводятся в растворитель при перемешивании его, например, насосным агрегатом.

Приготовление рабочего раствора может производиться также путем одновременной подачи СГБ и ББФР с содержанием 0,5-1,5% ПАВ непосредственно в нагнетательную линию в необходимой пропорции.

Полученную смесь закачивают в НКТ и продавливают в зону, подлежащую обработке, при открытой задвижке на затрубном пространстве. Затем закрывают затрубное, выдер-

живают растворитель расчетное время под давлением и запускают скважину в работу [4, 5].

В случае обработки призабойной зоны с целью интенсификации притока нефти из пласта закачка растворителя в скважину осуществляется через НКТ по системе прямой циркуляции. После того как головная порция дойдет до башмака НКТ, затрубное пространство закрывается, и растворитель продавливается на поглощение в пласт при давлении, не превышающем доступное рабочее давление на эксплуатационную колонну.

При удалении органических отложений с последующим ингибированием их образования работы проводятся по технологической схеме, предусматривающей закачку растворителя в затрубное пространство после предварительной операции по очистке растворителем НКТ.

Технология ингибирования с использованием в качестве рабочих агентов водных растворов силикатов или гидратов окиси щелочных металлов заключается в прокачке их по колонне НКТ и продавке в ПЗП после или без предварительной операции по очистке призабойной зоны и НКТ растворителем.

После удаления АСВ (в случае необходимости) могут проводиться работы по химическому воздействию на продуктивные пласты с использованием различных кислотных растворов. Предварительное удаление АСВ из призабойной зоны пласта необходимо для очистки поверхности трещин от органических солей и обеспечения доступа к ней кислотных растворов, так как в противном случае будет отсутствовать контакт кислоты и горной породы. В условиях высоких пластовых температур чистые кислотные растворы неприемлемы, и поэтому применяются углеводородные эмульсии на их основе с заданным периодом стабильности. При этом по данной технологической схеме в качестве углеводородной фазы целесообразно использовать вышеуказанные ароматические растворители АСВ. Тогда внешняя фаза эмульсии (ББФР, БТФ) растворяет АСВ, а кислота по окончании периода стабильности взаимодействует с карбонатной породой, повышая проницаемость призабойной зоны пласта и дебит нефти.



Разработанная технология прошла опытно-промышленные испытания и внедрена на мезозойских скважинах ОАО «Грознефтегаз» (Чеченская Республика). Всего за период опытно-промышленных испытаний и внедрения проведено порядка трехсот обработок с успешностью 86%. В результате достигнута возможность безаварийного спуска глубинных

приборов для проведения термогидродинамических исследований и значительно увеличена производительность скважин, что позволило дополнительно добыть десятки тысяч тонн нефти. Разработанные технологические схемы могут быть с успехом использованы также на других месторождениях со сходными горно-геологическими условиями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геология и перспективы нефтегазоносности мезозойских отложений Северо-Восточного Кавказа. Труды. Вып. 49. Отчет НИР. Грозный: СевКавНИПИнефть, 1988.
2. Багринцева К.И. Карбонатные породы-коллекторы н/г. М.: Недра, 1977.
3. Методические указания по геолого-промысловому анализу разработки нефтяных и газовых месторождений. РД 153-39.0-110-01. М., 2002.
4. Комиссаров А.И., Моллаев Р.Х. Технология удаления органических отложений в глубоких скважинах. РД 39-9-1116-84. Утвержден МНП. Грозный: СевКавНИПИнефть, 1984. 23 с.
5. Комиссаров А.И., Моллаев Р.Х., Яровой В.А. Интенсификация добычи нефти из глубокозалегающих трещиноватых коллекторов. М.: ВНИИОЭНГ, 1985. Вып. 8.
6. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. М: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. 816 с.

## TECHNOLOGY FOR PREVENTION AND REMOVAL OF ORGANIC SALTS FROM THE MESOZOIC WELLS OF THE CECHEEN REPUBLIC

© M.R. Masarov, Z.H. Gazabieva, M.A. Edilgeriev,  
A.Kh. Medzhidov, R.H. Mollayev

*GSTOU named after acad. M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

The main problems that complicate the operation of deep wells (at a certain stage of development) are low collector properties of formations and deposits in the bottom-hole zone of the formation (PCP) and underground equipment of organic salts, i.e. high-melting asphalteno-resinous substances (ASV). This leads to a significant reduction in oil production, up to the complete termination of the inflow from the formation, makes it difficult, and in some cases completely impossible, to carry out deep thermohydrodynamic studies of wells and measures for impact on the bottom-hole zone of the formation, causes the need for additional costs related to the collection, transportation and preparation of oil, which impairs the technical and economic indicators of development of oil deposits.

In order to combat these complications, a large number of technological methods and reagents based on RINGO solvents, inhibitors and solvents of Soyuzneftpromchim Institute (СНПХ-7909, СНПХ-7941, СНПХ-7920М) and others have been developed and used in oil field practice.

However, these reagents and process diagrams are designed to treat shallow wells where the bulk of the deposits are paraffin series compounds. Under conditions of deposition of high-molecular ACB, they are ineffective or unacceptable. In this regard, for conditions of deep high-temperature asphalt-resin-forming wells special technologies of treatment of PIP and tubing have been developed. The technology involves the use of compositions comprising aromatic and marginal hydrocarbons, surfactants and aqueous solutions of alkali metal hydroxide or silicate to remove and inhibit ACB deposits. The use of a mixture of solvents with different molecular structures is based on the different solubility of asphalteno-resinous and paraffinic substances.

The developed technology was introduced at the Mesozoic wells of OAO Groznetftegas, which allowed to ensure the accident-free descent of deep instruments for thermohydrodynamic research and significantly increase the productivity of wells and additionally produce tens of thousands of tons of oil.

**Keywords:** development, operation, well, reservoir, formation, ACV, reagent, solvent, inhibitor, surfactant, PIP, aromatic hydrocarbons, intensification.

### REFERENCES

1. (1988) Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti mezozoiskikh otlozhenii Severo-Vostochnogo Kavkaza. [Geology and prospects of oil and gas bearing of Mesozoic deposits of the North-East Caucasus]. SevKavNIPineft, Trudy, Research report. Issue 49. Grozny.
2. Bagrintseva, K.I. (1977) Karbonatnye porody-kollektory n/g. [Carbonate rocks-collectors n/g.] M.: Nedra.
3. (2002) Metodicheskie ukazaniya po geologo-promyslovomu analizu razrabotki neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii [Methodological guidelines on geological and field analysis of oil and gas fields development] RD 153-39.0-110-01, M.
4. Kommissarov, A.I. and Mollayev, R.H. (1984) Tekhnologiya udaleniya organicheskikh otlozhenii v glubokikh skvazhinakh [Technology of removal of organic deposits in deep wells] RD 39-9-1116-84. MNP is approved. Grozny, Sevkavnipineft, 23 p.
5. Komissarov, A.I., Mollayev, R.H. and Jarovoy, V.A. (1985) Intensifikatsiya dobychi nefti iz glubokozalegayushchikh treshchinovatykh kollektorov [Intensification of oil production from deep-burning fractured collectors]. M.: NRIOEOG. Issue 8.
6. Mishchenko, I.T. (2003) Skvazhinnaya dobycha nefti [Downhole oil production]. M: FGUP Izd-vo «Neft' i gaz» RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 816 p.

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 528

DOI:10.34708/GSTOU.2020.19.1.005

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИОННЫМИ И ОПОЛЗНЕВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

© Э. И. Ибрагимова, И. Г. Гайрабеков, А. Т. Мишиева  
*ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия*

Деформация – это самая значимая характеристика вязко-упруго-пластических сред, которая подлежит контролю. Для организации такого контроля применяются высокоточные геодезические методы и средства измерений, которые находят свое применение в мониторинге деформаций зданий и иных инфраструктурных объектов. Таким образом, отслеживание различных воздействий на внешние нагрузки и деформаций играет ключевую роль в плане поддержания функционирования обозначенных объектов. В настоящей статье сделан обзор современных методов и приборов, которые используются с целью определения количественных характеристик деформаций. Благодаря разработке новейших приборов с современным программным обеспечением и появлению роботизированных станций, которые дают возможность без непосредственного участия человека выполнять измерения, работа инженеров становится более эффективной. Кроме того, в статье представлены базовые принципы геодезического мониторинга зданий и иных инфраструктурных объектов.

**Ключевые слова:** геодезическое наблюдение, деформация, мониторинг, перемещение.

Наблюдение за осадками и деформациями зданий и сооружений имеет огромное значение для определения прочности и устойчивости зданий и сооружений, а также для своевременного предотвращения их разрушения.

Здания и иные инфраструктурные объекты, по причине их конструктивных характеристик и влияния на эти объекты природных и техногенных воздействий, могут испытывать деформации, различные по своей природе, направленности и величине. В результате деформации происходит изменение положения объекта в пространстве. Если перемещение происходит вниз, то такая деформация называется осадкой. Если вверх, то в таком случае говорят о подъеме или выпирании (выпучивании). Если сила приложения деформации направлена в сторону, то данное изменение

называют сдвигом или горизонтальным смещением.

До проведения процесса мониторинга готового объекта составляют специальный проект, содержащий техническое задание, календарный план мониторинга, ключевые характеристики объекта, схему местонахождения деформационных марок и опорных геодезических пунктов, методы мониторинга, теоретический расчет измерений, перечень наблюдателей и смету на планируемые работы.

Одной из основных проблем современной геоэкологии является наблюдение за состоянием и стабильностью густонаселенных территорий, в то время как изучение процессов проникновения природной и техногенной природы в сейсмические районы, к которым относится Чеченская Республика, имеет реша-



ющее значение. В таких условиях прогнозирование оползней, их влияние на жилые районы и отрасли промышленности занимает первое место [3].

Для мониторинга эксплуатационного состояния зданий применяют комплексные натурные наблюдения, которые отслеживают изменения ключевых характеристик объекта. Такие наблюдения основываются на разных научно-практических способах и методах с применением тензометрии, динамометрии, акустики, вибрации, магнитометрии, радиации и геодезии [4].

Применение обозначенных способов и методов для получения точных характеристик исследуемого объекта – это достаточно трудно реализуемый инженерный проект. С целью его осуществления возводят специализированные измерительные комплексы, которые называются системами испытаний и долговременного контроля (ИДК). Система ИДК состоит из комплекса подсистем, каждая из которых мониторит те или иные характеристики текущего состояния объекта. Одной из таких подсистем является комплект геодезического контроля стабильности (ГКС) [5].

Геодезический контроль стабильности объекта подразделяется на 5 видов. В основе этого деления лежит характер деформаций и перемещений, используемые геодезические приборы и методики измерений, конструкция и размещение опорных сетей, деформационные марки комплекта ГКС. Перечислим эти виды:

- КС трещин – контроль трещин (КТ). Такой вид контроля используется в случаях, когда необходимо выяснить высоту и раскрытие трещин в исследуемом объекте;

- ГКС кренов – контроль кренов (КК). Используется для определения ключевых характеристик элементов, которые подвержены развороту вокруг оси ординат;

- ГКС азимутального положения – азимутальный контроль (АК). Данный вид контроля применяется при определении характеристик поворота объекта или его элементов вокруг оси ординат (производится определение азимутальных разворотов);

- ГКС планового положения – плановый контроль (ПК). ПК применяется, если имеют

место перемещения вдоль оси абсцисс (определение сдвигов);

- ГКС высотного положения – высотный контроль (ВК). Этот контроль используется при наличии перемещений объекта или его составных частей вдоль оси ординат (определение вертикальных деформаций) [5].

На данный момент электронные тахеометры (ЭТ) оснащены настолько, что дают возможность измерять углы поворота, превышения и расстояния, как по горизонтали, так и по вертикали. По сути ЭТ объединяет в себе теодолит, светодальномер с излучателем в виде полупроводника и микропроцессор или микрокомпьютер.

Действие тахеометра базируется на отражении лазерного пучка, имеющего узкую направленность, от отражающей цели, таким образом, производится измерение расстояния до этой цели. Зачастую отражатель – это специальная призма, которая жестко зафиксирована на поверхности объекта изучения. Для расчета трехмерных координат точки отражения измеряются величины горизонтального и вертикального угла. Важно отметить тот факт, что скорость измерения тахеометра не превышает 2 измерений в секунду. На сегодняшний день разработаны безотражательные тахеометры, что произвело настоящую революцию в геодезии, так как они выполняют все необходимые измерения без использования отражателя. Таким образом, при проведении измерения данным тахеометром луч отражается от абсолютно любой поверхности, даже не имеющей отражающих свойств.

Для построения отвесного лазерного луча или отвесной визирной оси широко применяются приборы вертикального проектирования. К подобным приборам также относятся разные, в том числе ротационные, лазерные установки. Для получения отвесного положения лазерный луч или визирная ось приводятся при использовании строительного уровня или оптико-механического стабилизатора. При наличии идеальных условий внешней среды оптический прибор вертикального проектирования дает возможность проводить измерения с точностью от 1 до 2 мм на 100 м. Точность лазерного прибора равняется порядка 5 мм на



100 м, а проектировочная дальность составляет от 600 м.

В процессе монтажа башни используется метод контроля ее вертикальности, который состоит в следующем. В опорной точке Р производят монтаж прибора вертикального проектирования. При этом опорная точка должна быть расположена на одной из осей (например ОС) на заданном расстоянии ОР от ортоцентра О треугольника АВС, который является основанием башни (рис. 1). Прибор вертикального проектирования даст возможность рассчитать расположение проекции точки Р на монтажный горизонт. Эта проекция обозначается точкой Р'. От нее находят расстояния Р'1, Р'2, Р'3, которые в дальнейшем сравниваются с их значениями, предусмотренные проектным решением. Для монтажного горизонта эти расстояния могут быть рассчитаны таким образом:

$$P'1 = \frac{ab}{2\sqrt{3}} - OPP'2 = P'3 = \frac{1}{2}\left(\frac{ab}{\sqrt{3}} + OP\right), \quad (1)$$

где ав, вс, ас – длины сторон равностороннего треугольника на конкретном монтажном горизонте; ОР – константа.

Далее введем условную систему координат, в которой началом является ортоцентр О, а

ось абсцисс – это ось башни ОВ. Поэтому размер крена  $OO'$  и румб  $\gamma$ , который определяет направление крена, можно рассчитать таким образом:

$$OO' = \sqrt{X^2 + Y^2}, \gamma = \arctg \frac{X}{Y} \quad (2)$$

Для расчетов величин, указанных в формуле (2), используют X и Y, выраженных таким образом:

$$X = \frac{OP}{2} + \frac{ab}{2\sqrt{3}} - P3Y = P3 \times \cos \beta - \frac{\sqrt{3}}{2}OP - \frac{ab}{2} \beta = \arcsin \frac{P3}{Pc} \quad (3)$$

Формула (2) дает возможность рассчитать величину румба  $\gamma$ , а знаки (+ или -) координат точек X и Y указывают направление наклона относительно оси ОВ, которая принимается за ось абсцисс.

Отметим тот факт, что на точность выноса опорных точек на горизонты монтажа влияет не только точность используемого прибора вертикального проектирования. На этот процесс также оказывают свое влияние нагрев Солнца, направление и сила ветра. Таким образом, проводя вынос опорных точек, обязательно нужно учитывать воздействие окружающей среды на исследуемый объект.

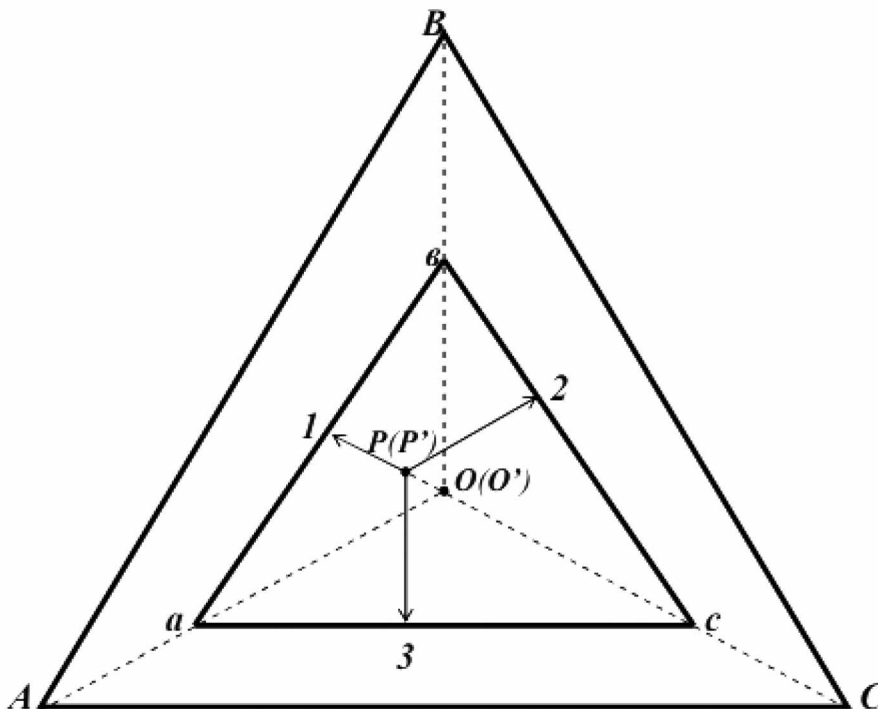


Рис. 1 Схема контроля вертикальности башни с помощью опорной точки Р

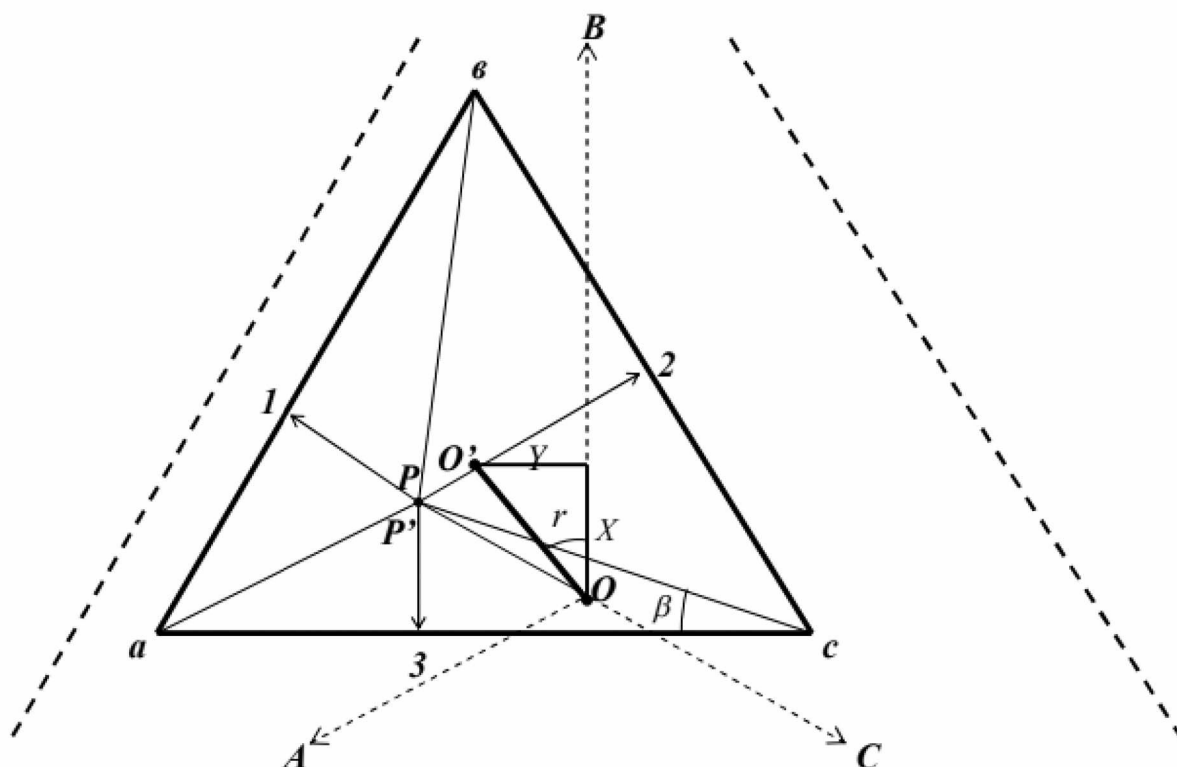


Рис. 2 Схема к определению величины и направления крена башни

Если исследуемый объект имеет высоту более 100 м, при измерении уровня его вертикальности возникает вопрос о выборе методики вертикального проектирования – ступенчатого или сразу по всей высоте  $H$  объекта. Для расчета данных сооружений рекомендуется применять следующую формулу [4]:

$$n = \frac{H}{\rho} \sqrt{\frac{m_H^2 + m_B^2}{m_H^2 + m_\Phi^2}} \quad (4)$$

Лазерным сканированием называют метод, который дает возможность построить цифровую модель определенного объекта или группы объектов путем изображения ряда точек, расположенных определенным образом в пространстве. Ключевые отличия лазерного сканирования от ЭТ заключаются в существенно большей скорости выполняемых измерений (более 5000 измерений в секунду), наличии сервопривода, который в автоматическом режиме вращает приборный измеритель по горизонтали и вертикали и плотности (до нескольких десятков точек на  $1 \text{ см}^2$  поверхности исследуемого объекта). Построенная таким образом модель имеет огромное количество точек (бо-

лее 100000), точность координат которых достигает нескольких миллиметров на 1 метр [5].

Для управления прибором применяется портативный компьютер, имеющий специализированное программное обеспечение. Координаты полученных точек из сканера направляются в этот компьютер, таким образом происходит накопление этой информации в базе данных специального сервера. На рисунке 3 схематично представлен процесс выполнения работ по лазерному сканированию.

Глобальной навигационной спутниковой системой (ГНСС) называют такую систему, которая дает возможность получать координаты в любой точке Земли при помощи сигналов со спутников. Каждая ГНСС включает в свой состав 3 сегмента: пользовательский, наземный и космический. Пользовательский сегмент представлен людьми, имеющими разные профессии и применяющими спутниковые приемники, чтобы определить свое местоположение. Наземный сегмент – это неподвижные станции, которые дают возможность мониторить и контролировать местоположение и состояние

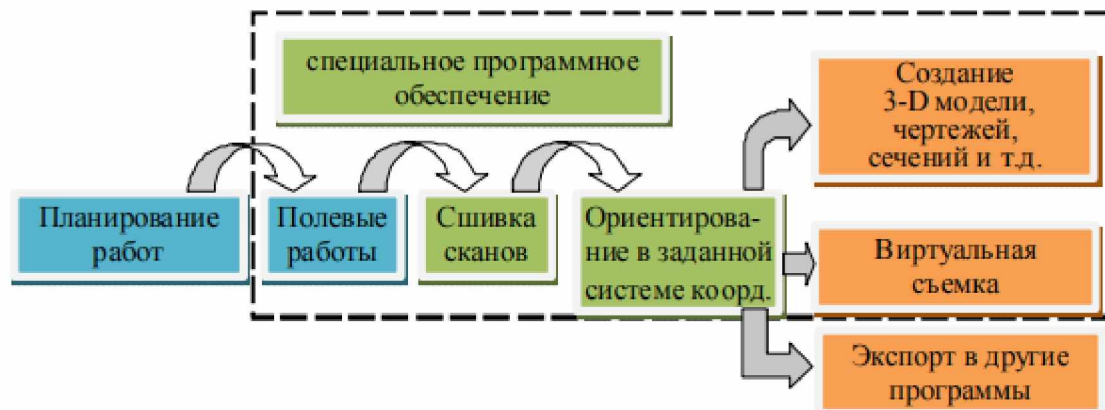


Рис. 3 Процесс выполнения работ по лазерному сканированию

спутников. Космический сегмент включает в себя созвездие спутников, которые передают данные о своем орбитальном положении.

Навигационные спутники позволяют определять координаты одним из трех методов [10]:

1. относительный, обеспечивающий одновременное выполнение обработки информации на опорном пункте и определяемом объекте. Данный метод предусматривает определение параметров вектора («вектор базовой линии»), который соединяет опорный пункт и определяемый объект;

2. дифференциальный, позволяющий организовать раздельную обработку измерений. Наблюдения производят не менее чем два приемника, один из которых размещен на опорном пункте с заданными координатами, а второй – на определяемом объекте. В таком случае по итогам измерений на опорном пункте получают поправки к параметрам наблюдений или координатам определяемого объекта. Данный метод позволяет получать информацию и принимать соответствующие решения в режиме реального времени;

3. абсолютный («точечное позиционирование»), координаты фиксирует единственный приемник в системе координат искусственного спутника Земли (ИСЗ) при помощи ведения засечек положения приемника относительно КА с заданным положением.

Финальные и самые ответственные этапы проведения геодезических работ заключаются в геодезических измерениях расположения деформационных марок и обработке результатов измерений, которые позволяют нарисовать

полную картину перемещений и деформаций зданий и их составных элементов [5].

Для того чтобы организовать автоматический мониторинг оползневых процессов, необходимо применять геодезический метод контроля оползней, который базируется на использовании совокупности лазерных, оптических и электронных сканеров.

Главная причина оползней – это влияние поверхностных и грунтовых вод, меняющих силы грунтовых сцеплений и выводящих грунт из стабильного состояния. Другими словами, в первую очередь, явление оползня обусловлено выходом на поверхность водоносных горизонтов, которые смачивают склоны и вызывают скольжение делювиальных и элювиальных грунтовых масс по коренным породам [3].

Чтобы оценивать и прогнозировать воздействие оползня на здания и иные объекты инфраструктуры, необходимо получать множество характеристик этого оползня. С этой целью применяются разнообразные геодезические методики. Предусмотрено следующее деление этих методик (по виду, активности, направленности и скорости движения оползня):

- Высотные методики, которые используются исключительно для расчета вертикального смещения;

- пространственные (трехмерные) методики, позволяющие определять полные перемещения точек по трем координатам;

- плановые (двумерные) методики, применяются в случае, когда достаточно рассматривать перемещение оползневых точек в горизонтальной плоскости по двум координатам;



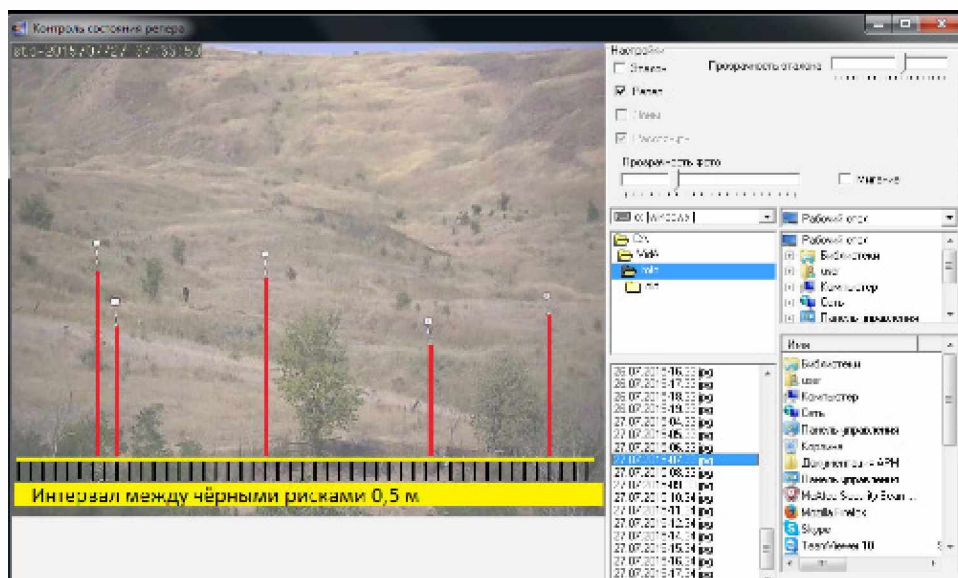


Рис. 4 Интерфейс пользователя ПО видеомониторинга

– осевые (одномерные) методики, когда достаточно определить перемещения точек вдоль или по одной прямой (одна координата).

Чтобы правильно рассчитать характеристики пространственного смещения оползневых точек, используют такие способы, как спутниковые приемники, сканирование лазером и фототопографическая съемка.

Если поверхность имеет ограниченную видимость, что приводит к невозможности применения спутников GPS/ГЛОНАСС, тогда для расчетов используется съемка электронными тахеометрами.

Определение величины смещения оползневых точек производится по отношению к опорным знакам, которые размещены на поверхности, на которую не воздействует оползень. Количество таких знаков непосредственно зависит от точности измерений и характеристик оползневого процесса.

Наблюдения за оползневыми процессами выполняются с периодичностью не реже 1 раза в год. Отметим, что увеличение частоты наблюдений непосредственно зависит от величины колебаний, вызванных оползнем [8].

Стоит отметить, что геодезические способы позволяют получить полную информацию о характеристиках деформируемого оползня, а негеодезические способы – только лишь локальную информацию, из которой не во всех

случаях возможно получить полную картину рассматриваемой ситуации.

Активизация оползней в Чеченской Республике ежегодно происходит в разных районах, часто сопровождается увеличением оползней в уже существующих оползнях – опасных районах и появлением новых оползней в ранее относительно стабильных районах.

Модуль метеорологического мониторинга и контроля сильных перемещений земной коры был заложен на базе части ПМ-5 в Грозном на территории Старопромысловского района. Модуль видеомониторинга был создан непосредственно на территории поселка Подгорный. Часть видеомониторинга была стационарной, которая была установлена в районе затонувшего склона на Сунженском хребте. Репер был отмечен, верхняя часть была окрашена в белый цвет с красной рамкой для оптимизации наблюдения в различных условиях и в темноте [3].

Все наблюдения воспроизводились на экран компьютера с помощью передачи изображения с установленных на склоне видеокамер.

Кинотеодолитом называется разновидность теодолита, которая предназначена для того, чтобы фиксировать траектории объектов, которые перемещаются как по земной поверхности, так и по воздуху. Такой метод наблю-



дения предусматривает прослеживаемость наблюдаемой траектории путем при помощи измерения угловых перемещений линии визирования на объект.

Самостоятельное использование метода кинотеодолита, конечно, возможно, но скорее относится к геологическим наблюдениям оползневого массива. В результате таких наблюдений возможно накопление материалов в течение нескольких лет, что позволит более подробно описать поведение оползневого тела в различных метеорологических и геофизических условиях.

Программное обеспечение позволяет оперативно отследить появление любого из индикаторов угрозы.

Появилась возможность разработки автоматизированного алгоритма регионального зонирования территорий по степени оползневой опасности, который будет включать полный и структурированный набор исходных данных, отражающих совокупность факторов образования оползней и методику на основе ГИС и нейронных сетей.

Описанные в настоящей статье геодезические методы должны массово применяться на практике при данных условиях местности. Все это может помочь в построении и распространении подходов создания картографических основ, которые создадут базу для прогнозирования деформаций, оползней и природных катаклизмов на земной поверхности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 т. Т.
2. Гайрабеков И.Г., Яковлев В.В. Особенности проектирования геодезического обоснования комплексом спутниковых и оптико-электронных измерений // Изв. вузов. Северокавказский регион. Технические науки. Прил. к №16. 2006. С. 145-148.
3. Ибрагимова Э.И., Гайрабеков И.Г., Мишинева А.Т., Ялмаева М.А., Муртазова Х.М.-С. Решение проблем оползнеопасных территорий с использованием геодезических методов // Международный симпозиум «Технические науки и науки о Земле: прикладные и фундаментальные исследования» (ISEES 2018) Комплексный научно-исследовательский институт Х.И. Ибрагимова. Грозный, 11-16 ноября 2018 г.
4. Интулов И.П. Инженерная геодезия / И.П. Интулов. Воронеж, 2006. 273 с.
5. Кузнецов О.Ф., Миронов Н.А. Определение деформаций инженерных сооружений и их элементов // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по матер. XXVI Междунар. науч.-практ. конф. №9 (22). Новосибирск: Сиб АК, 2013.
6. Лазерное сканирование. Каталог компании «Навгеоком», 2006.
7. Пастухов М.А., Сукманюк А.С. Геологические и гидрологические характеристики долины реки Малая Лаба // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. №10. 60-69 с.
8. Пенсаков Г.И., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Грибкова И.С. Применение данных дистанционного зондирования с целью рационального использования земель в Российской Федерации // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. №10.
9. Thompson R. J., Van Oosterom P., Soen K. H. Mixed 2D and 3D Survey Plans with Topological Encoding [Электронный ресурс] // FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch. – New Zealand, May 2-6, 2016. Режим доступа: [http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad\\_2016\\_17.pdf](http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_17.pdf)
10. Шеховцов Г.А. Ступенчатый способ вертикального проектирования // Промышленное строительство. 1974. №1. С. 43-44.
11. Шеховцов Г.А. Выбор способа вертикального проектирования // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1975. Вып. 21. С. 74-76.
12. Шеховцов Г.А., Шеховцова Р.П. Современные геодезические методы определения деформаций инженерных сооружений / Монография // Шеховцов Г.А., Шеховцова Р.П.; Новгород. гос. архит.-строит. ун-т. Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. 156 с.

## ANALYSIS OF MODERN GEODESIC METHODS FOR OBSERVING THE DEFORMATION AND LANDSCAPE PROCESSES

© E. I. Ibragimova, I. G. Gayrabekov, A. T. Mishieva  
*GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

Deformation is the most significant characteristic of visco-elastic-plastic media that is subject to control. For the organization of such control, high-precision geodetic methods and measurement tools are used, which are used in monitoring deformations of buildings and other infrastructure objects. Thus, tracking various impacts on external loads and deformations plays a key role in maintaining the functioning of designated objects. This article provides an overview of modern methods and devices that are used to determine the quantitative characteristics of deformations. Thanks to the development of the latest devices with modern software and the emergence of robotic stations that make it possible to perform measurements without direct human involvement, the work of engineers becomes more efficient. In addition, the article presents the basic principles of geodetic monitoring of buildings and other infrastructure objects.

**Keywords:** geodetic observation, deformation, monitoring, displacement

### REFERENCES

1. Antonovich, K. M. Ispol'zovanie sputnikovyh radionavigacionnyh sistem v geodezii. V 2 t.
2. Gajrabekov, I. G. and Yakovlev, V. V. (2006) Osobennosti proektirovaniya geodezicheskogo obosnovaniya kompleksom sputnikovyh i optiko-elektronnyh izmerenij [Features of the design of geodetic justification by a complex of satellite and optoelectronic measurements] *Izv. vuzov. Severokavkazskij region. Tekhnicheskie nauki. Pril. k № 16*. Pp. 145-148.
3. Ibragimova, E. I., Gajrabekov, I. G., Mishieva, A. T., Yalmaeva, M. A. and Murtazova, Kh. M-S. (2018) 'Reshenie problem opolzneopasnyh territorij s ispol'zovaniem geodezicheskikh metodov'. *Mezhdunarodnyj simpozium «Tekhnicheskie nauki i nauki o Zemle: prikladnye i fundamental'nye issledovaniya» (ISEES 2018)* [International Symposium "Technical and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) Complex Research Institute named after Kh. I. Ibragimov. Grozny, 11-16 November 2018.
4. Intulov, I. P. (2006) *Inzhenernaya geodeziya* [The engineering geodesy]. Voronezh, 273 p.
5. Kuznecov, O. F. and Mironov, N. A. (2006) 'Opredelenie deformacij inzhenernyh sooruzhenij i ih elementov' [Determination of deformations of engineering structures and their elements] *Tekhnicheskie nauki. -ot teorii k praktike: sb. st. po mater. XXVI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. № 9 (22)*. Novosibirsk: Sib AK, 2013.
6. (2006) *Lazernoe skanirovanie. Katalog kompanii «Navgeokom»*.
7. Pastuhov, M. A. and Sukmanyuk, A. S. (2016) 'Geologicheskie i gidrologicheskie harakteristiki doliny reki Malaya Laba' [Geological and hydrological characteristics of the Malaya Laba river valley. Scientific works of the Kuban State Technological University.] *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. № 10*. Pp. 60-69
8. Pensakov, G. I., Shevchenko, G. G., Gura, D. A. and Gribkova, I. S. (2016) 'Primenenie dannyh distancionnogo zondirovaniya s cel'yu racional'nogo ispol'zovaniya zemel' v Rossijskoj Federacii' [The use of remote sensing data for the rational use of land in the Russian Federation. Scientific works of the Kuban State Technological University] *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. № 10*.
9. Thompson, R. J., Van Oosterom, P. and Soon, K. H. (2016) 'Mixed 2D and 3D survey plans with topological encoding' [Elektronnyjresurs] '. FIG Working week 2016 recovery from

- disaster christchurch. New Zealand, May 2-6, 2016. Available at://www. gdmc. nl/3DCadastres/literature/3Dcad\_2016\_17. pdf
10. Shekhovcov, G. A. (1974) Stupenchatyj sposob vertikal'nogo proektirovaniya [Step way of vertical design] *Promyshlennoe stroitel'stvo*. № 1. Pp. 43-44;
  11. Shekhovcov, G. A. (1975) Vybor sposoba vertikal'nogo proektirovaniya [The choice of vertical design method] *Geodeziya, kartografiya i aerofotos'emka*. vyp. 21. Pp. 74-76.
  12. Shekhovcov, G. A. and Shekhovcova, R. P. (2009) Sovremennye geodezicheskie metody opredeleniya deformatsij inzhenernyh sooruzhenij. Monografiya. [Modern geodetic methods for determining the deformation of engineering structures. Monograph] Nizhegorod. gos. arhit.-stroit. un-t. N. Novgorod: NNSACU, p. 156.



## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРОННОЙ ТАХЕОМЕТРИИ И СПУТНИКОВЫХ ПРИЕМНИКОВ

© Э. И. Ибрагимова, И. Г. Гайрабеков, А. Т. Мишиева

*ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия*

В процессе проведения реконструкций зданий инженерно-геодезические изыскания дают возможность получить всю необходимую информацию о рельефе земной поверхности и построенных объектах на участке проектирования. Условия выполнения работ и объем изысканий обуславливают структуру изыскательских подразделений. На данные параметры оказывают свое влияние сложность проектирования и строительство исследуемого объекта, поэтому они должны быть отражены в программе изыскательских работ. В данной статье представлен производственный опыт совместного применения метода электронной тахеометрии и спутниковых приемников. Полученная в ходе топографической съемки, входящей в состав инженерно-геодезических изысканий, информация может быть использована в качестве базы для дальнейшего исследования, проектирования и проведения строительных работ.

**Ключевые слова:** высота сечения рельефа местности, инженерно-геодезическое изыскание, масштаб, плано-высотное обоснование, топография.

Для организации любых мероприятий, имеющих отношение к земле, необходимо предварительное проведение инженерно-геодезических изысканий. Данный вид работ дает возможность обобщить и проанализировать информацию по исследуемому объекту. В случае отсутствия подобных изысканий невозможно проведение строительных работ, работ по благоустройству и озеленению территорий. Ключевая цель инженерно-геодезических изысканий заключается в фиксации данных об участке, на котором планируются инженерно-строительные работы.

Инженерно-геодезические изыскания выполняются с целью определения рельефа земельного участка, его границ, расположения на нём зданий, строений и сооружений, засаженности деревьями и кустарником, кроме того, в процессе проведения инженерно-геодезических изысканий определяется расположение подземных коммуникаций, их тип и конструктивные параметры. Изыскания проводятся выезжающим на местность инженером-геодезистом: с созданием инженерно-топографического плана (с помощью специализированной

аппаратуры), с камеральной обработкой результатов и составлением отчёта, с согласованием нанесённых на топоплан коммуникаций с организациями – балансодержателями данных коммуникаций. Для выполнения изысканий требуется оформить техническое задание.

Целью проведения изысканий является получение исходных материалов и данных для комплексного изучения условий района работ, необходимых для проектирования объекта.

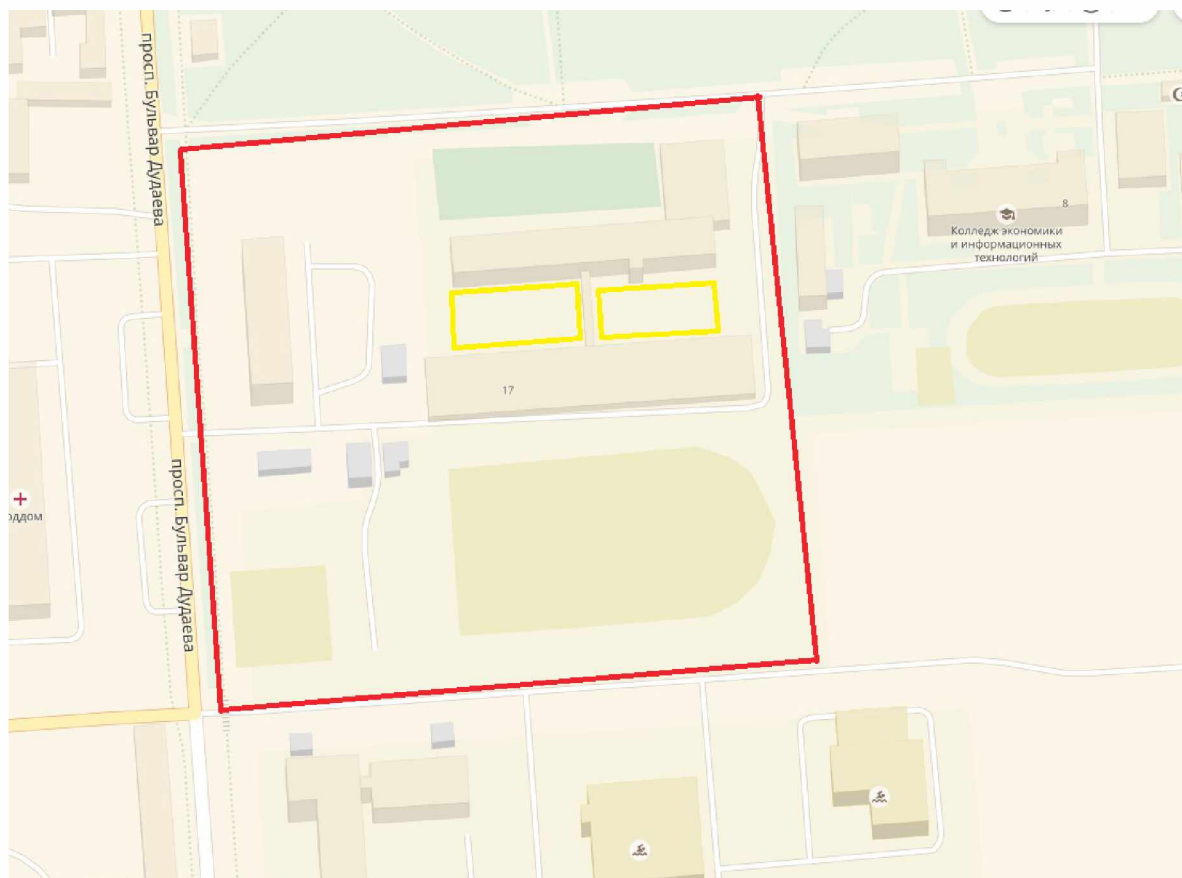
Результаты геодезических работ позволяют обеспечить точное соответствие проектируемых сооружений проекту и получить исходные геодезические данные для проектирования.

Участок проведения инженерно-геодезических изысканий располагается на территории Российской Федерации, Чеченская Республика, 364030, г. Грозный, пр-т Кирова 6/15 (рис. 1). Перепады высот до 1 метра [2].

Ближайшие населённые пункты: г. Грозный, 3-й микрорайон.

В геоморфологическом отношении г. Грозный расположен у южной границы Алханчуртской долины, на южном склоне Сунженского хребта. Инженерно-геодезические изыскания





— участок работ  
 — участки практического тренинга А5, А6

**Рис. 1** Схема расположения района изысканий

выполнены в системе координат – местная МСК-86. Система высот – Балтийская 1977 г. По результатам геодезической съемки составлен топографический план в масштабе 1:500. Общая площадь съёмки составляет 5,2 га.

Выполнение полевых изысканий на данном объекте преследует цель получения в полном объеме инженерно-геодезических материалов для создания топографического плана местности, для проектирования «Реконструкция лабораторного корпуса с обустройством участков практического тренинга Центра СПО на базе факультета СПО Грозненского ГГНТУ».

1. Разработка программы инженерных изысканий и согласование с Заказчиком.
2. Топографическая съёмка местности с определением инженерных сетей.
3. Создание топографического плана.

Производство работ производилось в соответствии с действующими нормами и прави-

лами. Производство полевых работ обеспечивалось следующими геодезическими приборами и инструментами, которые были проверены [6]:

Электронный тахеометр SOKKIASet-530RK3 (5")

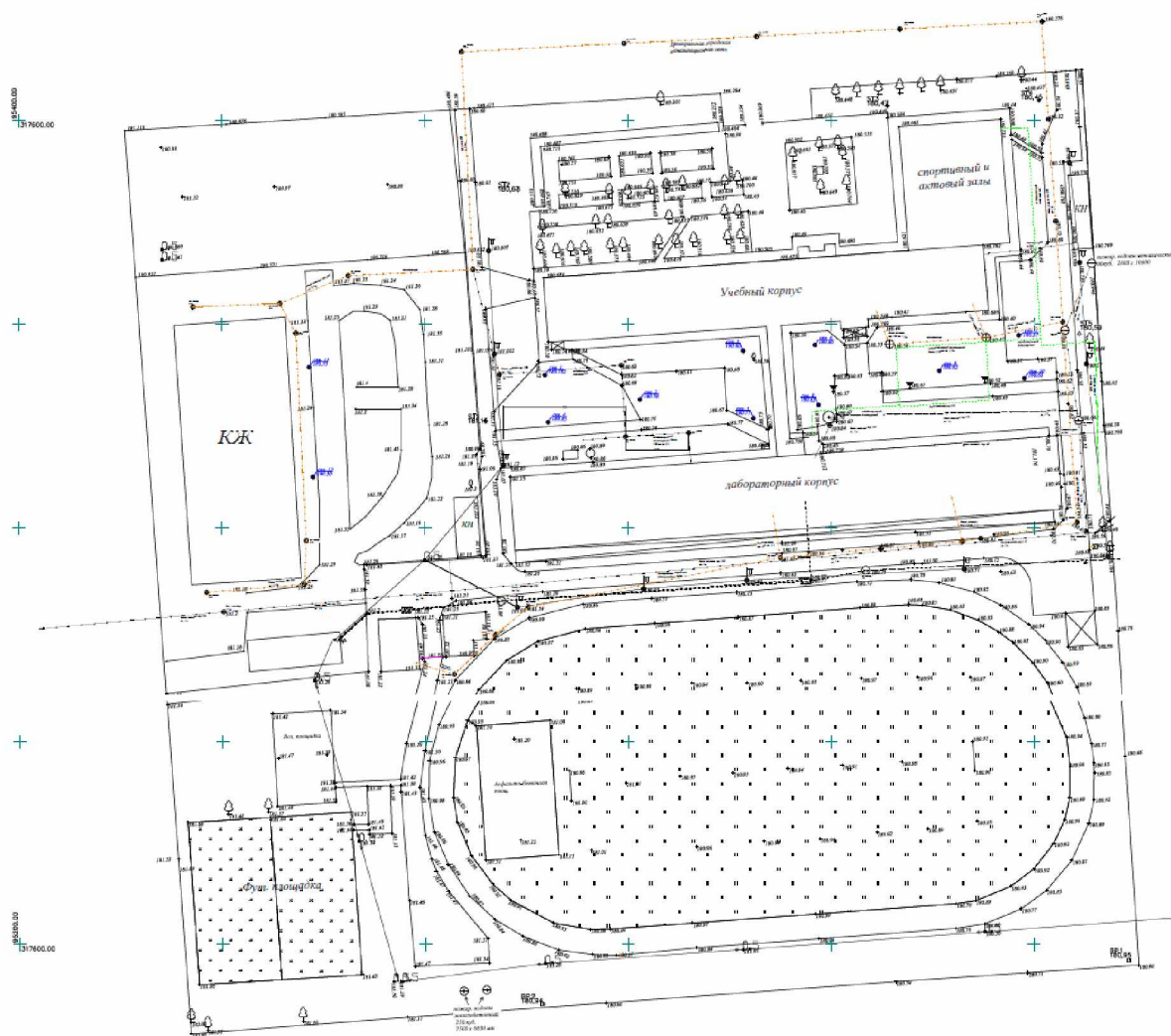
Дальность измерения до 5000м СКП (средняя квадратическая погрешность)  $\pm 3$  мм

СКП (средняя квадратическая погрешность) измерения горизонтального угла  $tr=5$ »

СКП (средняя квадратическая погрешность) измерения зенитного расстояния  $tr=5$ »

Угловые измерения. Горизонтальные и вертикальные (зенитные расстояния) углы измерены электронным тахеометром SOKKIASet-530RK3 (5") при установке прибора над точкой с точностью 1мм, и проконтролирована электронным тахеометром SOKKIASet-530RK3 (5") при производстве топографической съемки.

Горизонтальные углы измерялись полным приемом, переставляя лимб примерно на 90°,



**Рис. 2** Топографический план объекта в масштабе 1:500

на каждой точке. При наличии в группе измерений отдельных приемов или углов, результаты которых не удовлетворяют установленным допускам, последние повторялись при тех же установках лимба. Повторные измерения выполнены после окончания наведений по основной программе. По окончании полевой обработки полученные средние значения горизонтальных углов, удовлетворяющие установленным допускам, приняты как истинные.

Зенитные расстояния и вертикальные углы измерены дважды: в прямом и обратном направлениях при двух положениях вертикального круга, на две высоты наведения, преимущественно на 1 м и 1,5 м, а на некоторых – на 1,5 и 2 м. Этот метод позволил получить превыше-

ния на каждую линию в четырех результатах с разницей, не превышающей установленного допуска. Далее проконтролирована электронным тахеометром SOKKIASet-530RK3 (5'') при производстве топографической съемки. Необходимые и избыточные величины связаны между собой определенными математическими условиями, по которым были устранены невязки за все условия, присущие рассматриваемой замкнутой геодезической съемочной сети. Математическая обработка результатов угловых и линейных геодезических измерений выполнены с использованием компьютерных технологий и специальных программ GeoniCS 2013. Инженерная геодезия – автоматизация камеральной обработки инженерно-геодезиче-

ских данных, GeoniCS 2013 – создание цифровой модели местности инженерного назначения, выпуск чертежа топографического плана.

Перед производством работ выполнены все основные поверки прибора, проинструктированы рабочие относительно установки рейки на характерных точках и твердых контурах местности, учитывая технические требования и нормы действующих инструкций. Кроме того, рабочие были обучены ведению журнала тахеометрической съемки и вычислениям отметок на ЭВМ по заранее составленным алгоритмам. Съемка выполнена с помощью электронного тахеометра SOKKIASET-530RK3 (5"). При ведении тахеометрической съемки осуществлялся контроль за сохранением ориентирования лимба прибора. По окончании работ на точке ориентировка проверена и не превышала 1,5'. В целях контроля и во избежание пропусков при съемке определено несколько пикетов, определенных с соседних станций, полученные расхождения в отметках и горизонтальных положениях удовлетворяют требованиям действующих инструкций. Измеренные на станции расстояния до пикетных точек, горизонтальные и вертикальные углы, а также отсчеты горизонтального луча по рейке записаны в полевой журнал, а результаты лазерных измерений записаны в памяти тахеометра SOKKIASET-530RK3 (5"), с которым параллельно велся абрис в условных знаках с пояснительными надписями, примерно выдерживая масштаб съемки. Выполненные полевые работы при тахеометрической съемке незамедлительно камерально обрабатывались. Все виды математической обработки результатов геодезических измерений проводились во вторую руку.

Топографический план масштаба 1:500 составлен на 1 листе (рис. 2). Сплошные горизонталы проведены через 2,0 м и дополнительные 0,5 м [3].

На участках, доступных для беспрепятственного приема спутниковых сигналов от СНС ГЛОНАСС и GPS, топографические работы велись способом Stop&Go, с применением двухчастотных спутниковых геодезических приемников LeicaGS14 и полевых портативных компьютеров (контроллеров) LeicaCS10,

в режиме RTK относительных спутниковых наблюдений. Определение координат точек съемки в режиме RTK велось при заданных параметрах:

- дискретность фиксации измерений – 1 сек.;
- продолжительность наблюдений на одной точке – 10 сек.;
- маска по возвышению – 10°;
- максимальный коэффициент снижения точности измерений – PDOP = 5 ед.;
- число наблюдаемых спутников в один момент времени – не менее 6;
- высотная ошибка по внутренней сходимости – 15 мм;
- плановая ошибка по внутренней сходимости – 20 мм;
- погрешность измерения высоты антенны – 3 мм в одну и другую сторону.

Схема планово-высотного обоснования приведена на рис. 3.

Определение параметров пикетов без процесса «инициализации» не допускалось. В ходе выполнения исследований применялись два или более спутниковых геодезических приемников, один из которых являлся неподвижным, располагался над исходным пунктом изыскательской опорной сети и собирал навигационную информацию, являясь при этом референцной базовой станцией. На рисунке 4 приведены фотоматериалы с объекта съемки.

В ходе производимого наблюдения на референцной базовой станции навигационный компьютер спутникового геодезического приемника рассчитал поправки с учетом параметров известных координат и высот пункта опорной изыскательской сети и рассчитанных на каждый момент времени координат и высот того же самого пункта по информации со спутников.

По результатам инженерных изысканий составлены топографические планы в масштабе 1:500 в формате DWG.

Комплекс выполненных инженерно-геодезических изысканий по полноте, содержанию и точности соответствует нормативным документам, требованиям заказчика, техническому заданию.



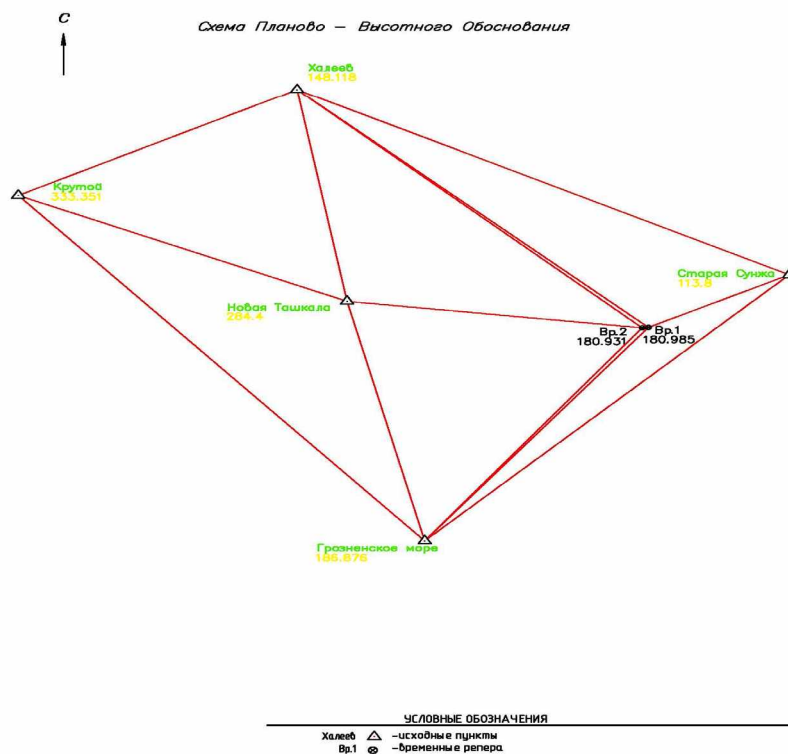


Рис. 3 Схема планово-высотного обоснования



Рис. 4 Съемка местности

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Интюлов И. П.* Инженерная геодезия. Воронеж, 2006. 273 с.
2. Инженерно-геодезические изыскания для строительства СП 11-104-97 / Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (ГОССТРОЙ РОССИИ). Москва, 2001.
3. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:2000, 1:1000, 1:500 ГКИНП-02-033-82 (издание официальное). Москва: Недра, 1985. 151 с.



4. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения СНиП 11-02-96.
5. Строительные нормы и правила геодезической работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84.
6. Теодолиты и другие геодезические угломерные приборы. Методика поверки Госстандарта России.

## PRODUCTION EXPERIENCE OF JOINT APPLICATION OF ELECTRON TACHETOMETRY METHOD AND SATELLITE RECEIVERS

© E. I. Ibragimova, I. G. Gayrabekov, A. T. Mishieva  
*GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

In the process of reconstructing buildings, engineering and geodetic surveys make it possible to obtain all the necessary information about the relief of the earth's surface and constructed objects on the design site. The terms of the work and the volume of research determine the structure of the survey units. These parameters are influenced by the complexity of the design and construction of the object under study, so they should be reflected in the program of survey work. In this article, while conducting engineering and geodetic surveys for the purpose of designing the reconstruction of the laboratory building, field and office work was carried out, and a topographic plan of the object was drawn up. The information obtained during the topographic survey, which is part of the engineering and geodetic surveys, is used as a basis for further research, design and construction work.

**Keywords:** cross-sectional height of the terrain, engineering and geodetic survey, scale, planning and altitude justification, topography.

### REFERENCES

1. *Intulov, I. P.* (2006) *Inzhenernaya geodeziya [Engineering geodesy]*. Voronezh. 273 p.
2. (2001) *Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva SP 11-104-97 Gosudarstvennyj komitet Rossijskoj Federacii po stroitel'stvu i zhilishchno-kommunal'nomu kompleksu (GOSSTROJ ROSSII)*. Moskva [Engineering and geodesic surveys for the construction of the joint venture 11-104-97 State Committee of the Russian Federation for construction and housing and communal services (GOSSTROY RUSSIA), Moscow.
3. (1985) *Instrukciya po topograficheskoy s'emke v masshtabah 1:2000, 1:1000, 1:500 GKINP-02-033-82 (izdanie oficial'noe) [Instructions for topographic surveying on a scale of 1: 2000, 1: 1000, 1: 500 GKINP-02-033-82 (official publication)]*. Moscow: «Nedra», 151 p.
4. *Inzhenernye izyskaniya dlya stroitel'stva. Osnovnye polozheniya SNIp11-02-96 [Engineering surveys for the construction of the basic provisions of Snip 11-02-96]*
5. *Stroitel'nye normy i pravila geodezicheskoy raboty v stroitel'stve SNIp 3.01.03-84 [Building norms and rules of geodetic work in the construction of SNIp 3.01.03-84]*
6. *Teodolity i drugie geodezicheskie uglomernye pribory. Metodika poverki Gosstandarta Rossii [Theodolites and other geodesic goniometers. Testing method of the Russian Gosstandart]*

## ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ СИСТЕМ ЩЕЛОЧНОГО ЗАТВОРЕНИЯ

© С.-А. Ю. Муртазаев<sup>1,2</sup>, М. Ш. Саламанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

<sup>2</sup>КНИИ РАН им. Х. И. Ибрагимова, Грозный, Россия

Использование бетонов на чистом портландцементе сегодня не столь актуально, так как ведущие научные школы мира в этом направлении стараются получать композиты на смешанных вяжущих, путем замены дорогого и энергоемкого портландцемента. Поэтому разработка современных эффективных композитов на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации, безусловно, является актуальной проблемой. В основу проведенных исследований положен современный технологический прием, способствующий получению прочного и долговечного цементного камня, без применения традиционного портландцемента. Результаты проведенных исследований подтверждают совместимость всех компонентов многокомпонентной системы «минеральный порошок – щелочной затворитель – ПАВ», а предлагаемый технологический прием позволит получать прочные и долговечные строительные композиты по бесклинкерной технологии, без применения дорогого и энергоемкого портландцемента.

Работа выполнена в рамках исследований по реализации научного проекта № 18-48-200001 «Высококачественные бетоны с повышенными эксплуатационными свойствами на основе местного природного и техногенного сырья», получившего поддержку Российского фонда фундаментальных исследований» (РФФИ).

**Ключевые слова.** Многокомпонентные системы, портландцемент, щелочной раствор, затворитель, кремнийорганическая жидкость, совместимость, окремненный мергель, метасиликат натрия.

В настоящее время тенденция развития бетоноведения направлена на разработку многокомпонентных систем с использованием бинарных порошков-наполнителей в тонкодисперсном состоянии, двух- или трехфракционированных крупных и мелких заполнителей. Использование бетонов на чистом портландцементе утрачивает значимость, мы стремимся получать композиты на смешанных вяжущих с использованием минеральных добавок различного происхождения и высокоэффективных ПАВ [1-4, 6, 8].

Многокомпонентность системы – это способность комплексного применения гетерогенных дисперсных систем, с целью их единого взаимодействия, с учетом таких факторов, как строение, морфология, состав, свойства, условия твердения, образования структуры и формирования свойств. Следовательно, каждый

компонент системы должен быть полифункциональным. А такой аспект, как функция, предусматривает исходное назначение компонентов с учетом дальнейших изменений, происходящих в результате взаимодействия.

Совместимость многокомпонентной системы «портландцемент – химическая добавка» считается наиболее часто встречающейся в настоящее время, так как современное бетоноведение осваивает новейшие суперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов и акрилатов. Многочисленные работы в этой области [5, 7, 9, 11-15] установили факт, что совместимость нужно рассматривать, исследуя реологию смесей с добавками, по показателю сохраняемости достаточно подвижных смесей. Если жизнеспособность бетонной смеси не изменяется через 2-3 часа, добавку можно считать совместимой.

Также изучено влияние минералогического и химического составов портландцементного клинкера, удельной поверхности, негативных окислов и др. факторов на реологическую совместимость, которая основывается на электростатическом и/или стерическом механизмах взаимного отталкивания частиц портландцемента, из-за адсорбированных на их поверхности молекул ПАВ [16-20].

Вопросы совместимости компонентов многокомпонентных систем зачастую являются противоречивыми, и могут проявляться неуправляемые эффекты такого плана, как замедленное нарастание прочностных показателей в начальные сроки схватывания, высокое воздухововлечение и прочее. Многокомпонентные системы «портландцемент – ПАВ» носят весьма сложный характер [21-25], и совместимость можно охарактеризовать как способность частиц ПАВ при взаимодействии с компонентами цементной системы определять заданные технологические свойства формовочных смесей и бетонов в течение определенного времени. Исследуя совместимость «портландцемент – ПАВ» с термокинетической точки зрения [8, 17, 18], акцент уделяется содержанию в составе клинкера алюминатов кальция, так как именно оно влияет на степень функционирования ПАВ в системе. Также отмечается влияние сульфатов в комплексе с алюминатами на совместимость с добавками.

Рассмотренные выше подходы трактовали вопросы совместимости многокомпонентных систем «портландцемент – ПАВ», но еще одной достаточно важной и малоизученной является система «минеральный порошок – щелочной раствор – ПАВ». Для изучения вопросов совместимости наполненных многокомпонентных систем были разработаны рецептуры бесклинкерных вяжущих щелочной активации. В качестве минерального порошка использовали окремненный мергель Веденского месторождения Чеченской Республики. Окремненный мергель, или опока состоит из опала с примесями глинистых минералов, минеральных зерен и скелетов микроорганизмов, химический состав в %:  $\text{CO}_2 = 31,49$ ;

$\text{MgO} = 0,41$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,20$ ;  $\text{SiO}_2 = 28,53$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,58$ ;  $\text{CaO} = 35,92$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,86$ .

Окремненный мергель характеризуется сбалансированным составом. Одновременное присутствие кальцита и кремнезема благоприятно скажется на свойствах многокомпонентной системы, но термическая обработка при температуре  $700^\circ\text{C}$  способствует получению фаз переменного состава схожих с природным минералом ларнитом  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ , что увеличит пуццолановую активность данной минеральной добавки, при взаимодействии с щелочным раствором и водой.

Изучение частиц термоактивированного при температуре  $700^\circ\text{C}$  окремненного мергеля методом электронно-зондовой микроскопии (рисунок 1) показало, что структура частиц пластинчатая (размер частиц менее 1-5 мкм), что намного меньше частичек портландцемента.

Для приготовления многокомпонентной системы «термоактивированный мергель  $700^\circ\text{C}$  – ГКЖ-11 – щелочной активатор», были использованы тонкодисперсный порошок термоактивированного мергеля при  $700^\circ\text{C}$ , активированный метасиликатом натрия, также была использована кремнийорганическая жидкость – метилсиликонат натрия (ГКЖ-11) для улучшения свойств вяжущей композиции. Исследуемый образец цементного камня бесклинкерного вяжущего щелочной активации (БВЩА) характеризуется однородной тонкокристаллической равномерно-кристаллической структурой (рисунок 2 в). Присутствуют округлые замкнутые поры диаметром до 0.5-0.6 мм (рисунок 2 а, б). Срастание частиц заполнителя с цементной массой тесное или с развитием микротрещин по границам частиц.

По результатам рентгенофазового анализа в цементном камне БВЩА с использованием термоактивированного мергеля при  $700^\circ\text{C}$  и метилсиликоната натрия установлено присутствие кварца, близкого к альбиту полевого шпата, слюд, кальцита, цеолитов (рисунок 3); в составе заполнителя присутствует также калиевый полевой шпат. Слюды соответствуют мусковиту.



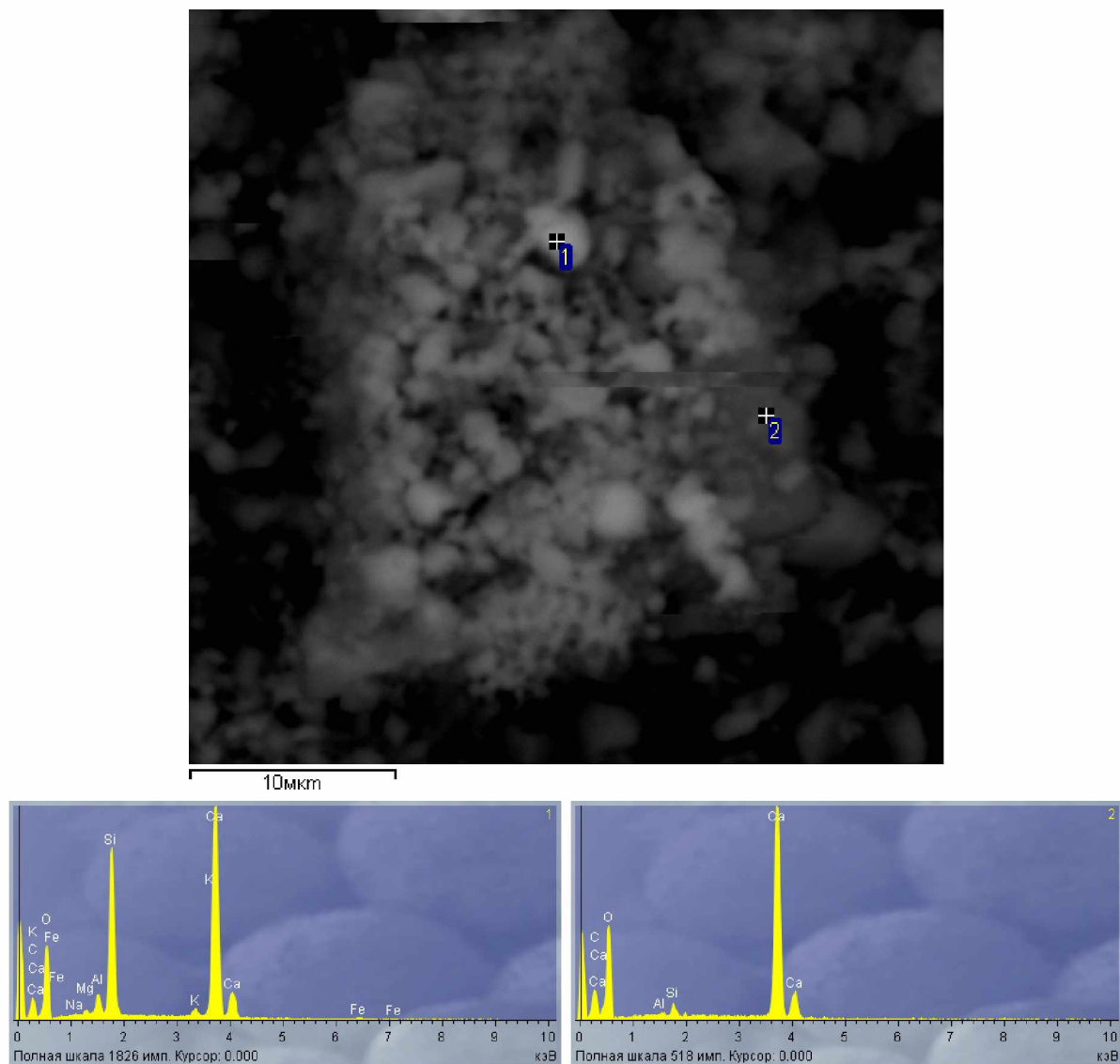


Рис. 1 Микрофотография и энергодисперсионный микроанализ окремненного мергеля 7000С

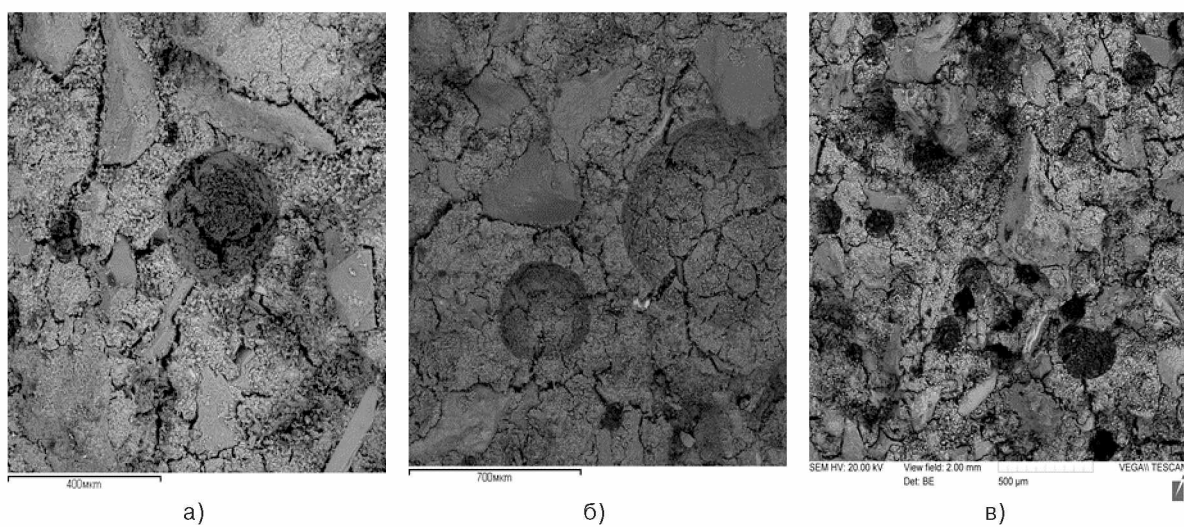
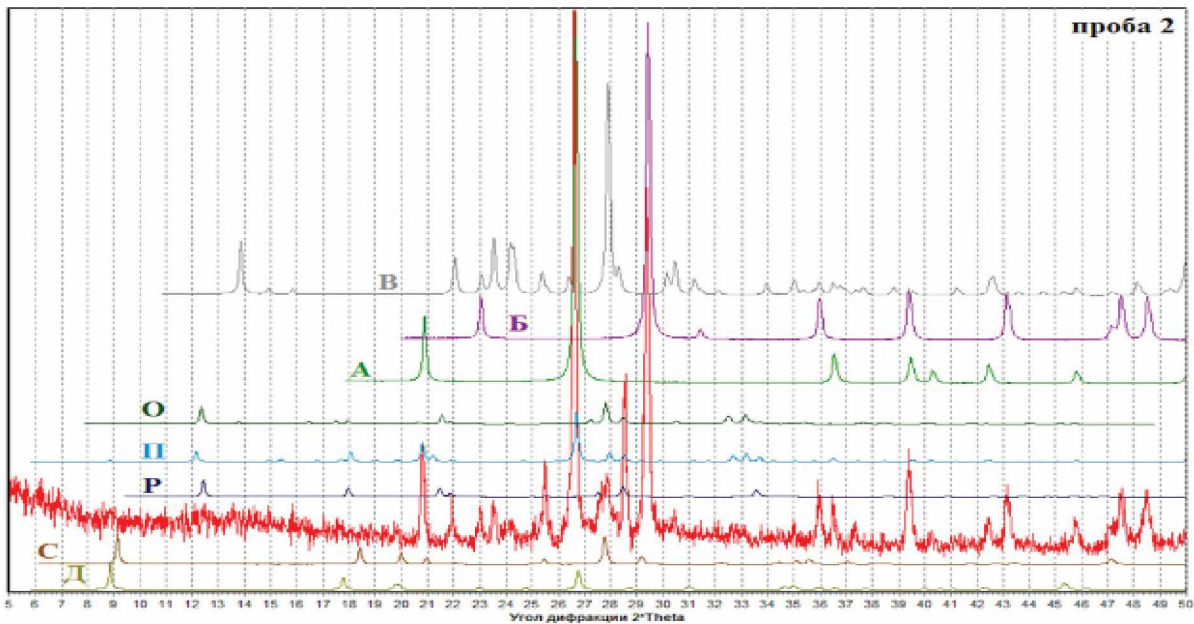


Рис. 2 Микростроение композиции на основе термоактивированного мергеля





**Рис. 3** Дифрактограмма образца цементного камня БВЩА с использованием термоактивированного мергеля при 700°C и ГКЖ-11 в сопоставлении с данными базы PDF-2. Приведенные фазы сравнения: А – кварц, Б – кальцит, В – альбит, Д – мусковит, О – филлипсит, П – жисмондит, Р – гарронит, С – парагонит.

Цеолиты, рефлексы которых на дифрактограмме слабо проявлены в интервале  $2\Theta - 12-13^\circ$ , слабо окристаллизованы (что подтверждается и результатами электронной микроскопии), по рентгеноструктурным пара-

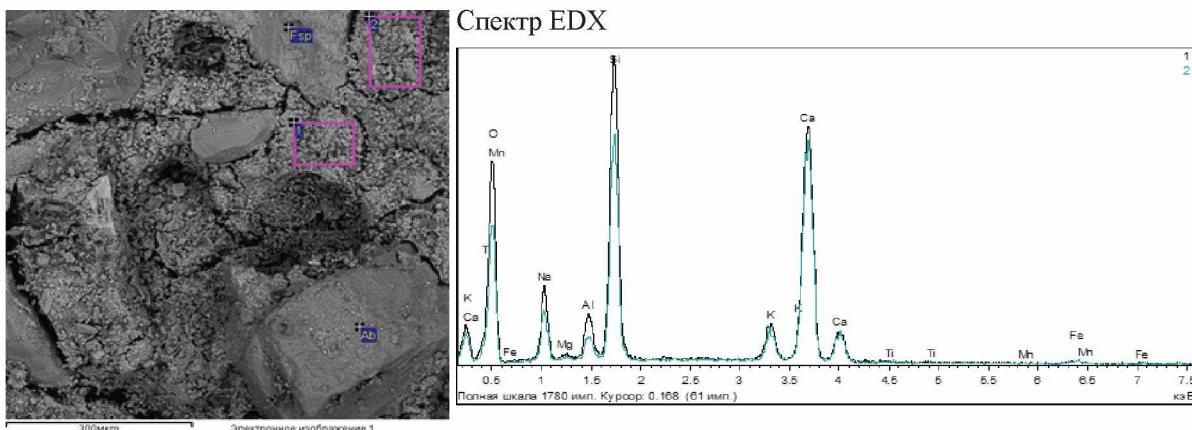
метрам близки к филлипситу или гаррониту.

Структура и состав цементного камня БВЩА с использованием термоактивированного мергеля при 700°C и метилсиликоната натрия, однородные (рисунок 4, табл. 1).

Таблица 1

Состав участков цементного камня, в вес. %

| Спектр | Na <sub>2</sub> O | MgO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO   | TiO <sub>2</sub> | MnO  | FeO  | Итог  |
|--------|-------------------|------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|------------------|------|------|-------|
| 1      | 7.31              | 0.28 | 3.40                           | 26.55            | 2.51             | 24.18 | 0.09             | 0.06 | 0.75 | 65.13 |
| 2      | 6.56              | 0.37 | 2.30                           | 25.28            | 2.64             | 28.53 | 0.21             |      | 0.84 | 66.73 |



**Рис. 4** Структура и участки анализа цементного камня (Ab – альбит, Fsp – калиевый полевой шпат)

Главными структурообразующими фазами (рисунок 5) выступают гидраты натриевых алюмосиликатов кальция (табл. 2, анализ 1), близкие по составу к цеолитам фазы (табл. 2, анализ 2), карбонаты, вероятно, также  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

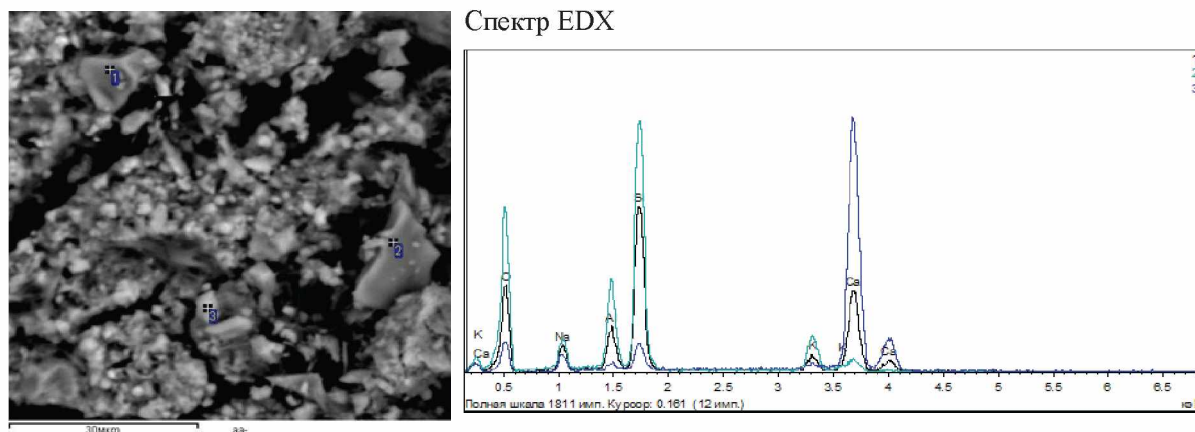


Рис. 5 Фазы основной массы

Таблица 2  
Состав основных фаз, в вес. % (места анализа указаны на рисунке 5)

| Спектр | $\text{Na}_2\text{O}$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{CaO}$ | Итого |
|--------|-----------------------|-------------------------|----------------|----------------------|--------------|-------|
| 1      | 6.88                  | 9.10                    | 45.66          | 3.08                 | 24.86        | 89.57 |
| 2      | 5.55                  | 16.09                   | 58.30          | 5.14                 | 2.92         | 87.01 |
| 3      | 2.90                  | 0.92                    | 2.44           | 0.33                 | 38.90        | 45.49 |

Местами развиты агрегаты гидратированных высококальциевых силикатов (рисунок 6, 7, табл. 3), вероятно, исходно ларнитовые.

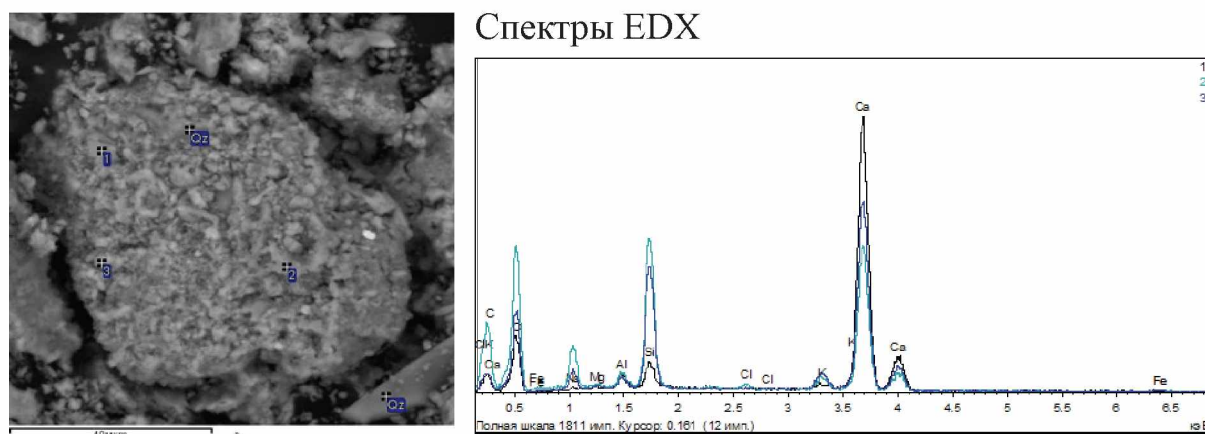


Рис. 6 Спектры EDX фаз основной массы Qz – кварц

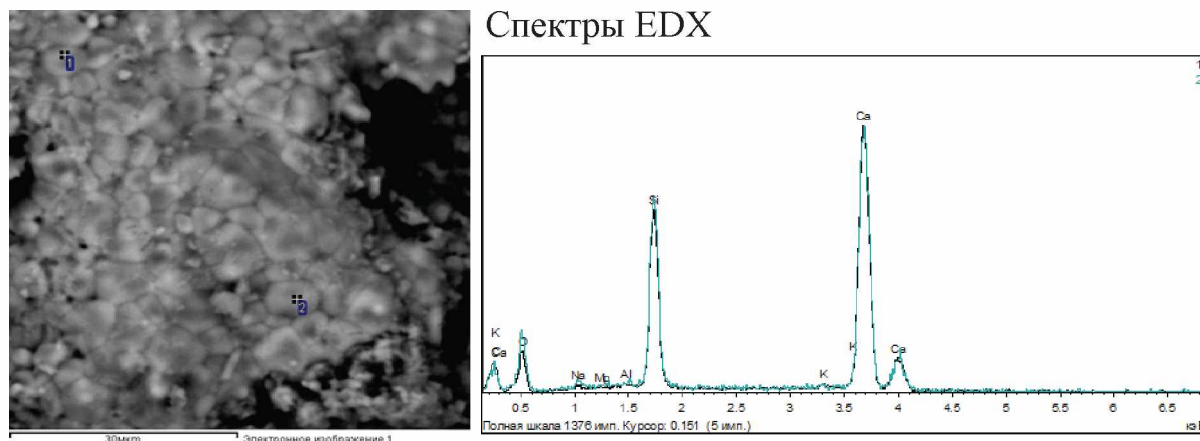


Рис. 7 Фазы высококальциевых гидратированных силикатов

Таблица 3

Состав высококальциевых фаз, в вес. % (места анализа указаны на рисунке 7)

| Спектр | Na <sub>2</sub> O | MgO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO   | Итог  |
|--------|-------------------|------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|-------|
| 1      | 0.84              | 0.15 | 0.49                           | 33.46            | 0.46             | 59.73 | 95.12 |
| 2      | 1.30              | -    | 0.61                           | 34.44            | 0.24             | 57.91 | 94.51 |

По результатам рентгенофазового анализа в цементном камне БВЦА с использованием термоактивированного мергеля при 700<sup>o</sup>C и метилсиликоната натрия, обнаружено присутствие кварца, близкого к альбиту полевого шпата, слюд, кальцита, цеолитов, по рентгеноструктурным параметрам близких к филлипситу или гаррониту. В составе заполнителя присутствует также калиевый полевой шпат. Слюды соответствуют мусковиту.

Результаты проведенных исследований подтверждают совместимость всех компонентов многокомпонентной системы «минеральный порошок – щелочной затворитель – ПАВ», а предлагаемый технологический прием позволит получать прочные и долговечные строительные композиты по бесклинкерной технологии, без применения дорогого и энергоемкого портландцемента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соломатов В.И. Цементные композиции с бинарным наполнителем / В.И. Соломатов // Известия ВУЗов. Строительство. 1995. №9. С. 32-37.
2. Salamanova M.Sh., Murtazayev S.Yu., Ismailova Z.H. The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders // Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2, pp. 355-358.
3. Salamanova M.Sh., Murtazayev S.Yu. Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components // 20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: 2018. B. 2. Pp. 707-714.
4. Baert, G. Mechanical and thermal behaviour of alkali-activated high volume fly ash concrete / G. Baert, N. De Belie, J. Kratky, A. Ivens, I. Van Driessche, G. De Schutter // Non-Traditional Cement & Concrete III. Proceedings of the International Symposium (Brno) – 2008. pp. 57-66.
5. Palomo A. Alkali activated fly ashes. A cement for the future / A. Palomo, M.W. Grutzeck, M.T. Blanco // Cement and Concrete Research. 1999. №29. Pp. 1323-1329.
6. Shi C. Early microstructure development of activated lime-fly ash paste / C. Shi // Cement and Concrete Research. 1996. №26 (9). Pp. 1351-1359.



7. *Bakharev T.* Geopolimeric materials prepared using Class F fly ash and elevated temperature curing / *T. Baldiarev* // *Cement and Concrete Research*. 2005. №35. Pp. 1224-1232.
8. *Ущеров-Маршак А. В., Першина Л. А., Циак М.* Совместимость цементов с химическими и минеральными добавками. Ч. 1 / *А. В. Ущеров-Маршак, Л. А. Першина, М. Циак* // *Цемент*. 2002. №6. С. 6-9; ч. II. Количественная оценка // *Цемент*. 2003. №1. С. 38-40.
9. *Kerton F.* Perspectives of market slag cements in Europa / *F. Kerton* // *Cement*. 2006. №5. Pp. 12-17.
10. ASTM C1679–08. Standard practice for measuring hydration kinetics of hydraulic cementitious mixtures using isothermal calorimetry.
11. *Удодов С. А., Черных В. Ф., Черный Д. В.* Применение пористого заполнителя в отделочных составах для ячеистого бетона // *Сухие строительные смеси*. 2008. №3. С. 70.
12. *Nesvetaev G., Koryanova Y., Zhilnikova T.* On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete // *В сборнике: MATEC Web of Conferences 27. Сер. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018"* 2018. P. 04018.
13. *Stelmakh S. A., Nazhiev M. P., Shcherban E. M., Yanovskaya A. V., Cherpakov A. V.* Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures // *Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule*. Edited by Yun-Hae Kim, I. A. Parinov, S.-H. Chang. 2018. P. 337.
14. *Shuisky A., Stelmakh S., Shcherban E., Torlina E.* Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete // *MATEC Web of Conferences Сер. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMT 2017"* 2017. P. 05011.
15. *Солдатов А. А., Сариев И. В., Жаров М. А., Абдураимова М. А.* Строительные материалы на основе жидкого стекла // *Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техносферной безопасности: Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета* / Отв. ред. Н. И. Стоянов. 2016. С. 192-195.
16. *Муртазаев С-А. Ю., Саламанова М. Ш., Сайдумов М. С., Алаханов А. Х.* Исследование свойств бетонов на бесклинкерных вяжущих // *Перспективы развития топливно-энергетического комплекса и современное состояние нефтегазового инженерного образования в России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 105-летию М. Д. Миллионщикова, 11-12 июня 2018 г. Грозный: ФГБОУ ВО «ГГНТУ», 2018. С. 392-399.*
17. *Salamanova M. Sh., Murtazayev S. Yu., Ismailova Z. H.* The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders // *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2*. Pp. 355-358.
18. *Salamanova M. Sh., Murtazayev S. Yu.* Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components // *20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: 2018. B. 2. Pp. 707-714.*
19. *Муртазаев С-А. Ю., Саламанова М. Ш.* Перспективы использования термоактивированного сырья алюмосиликатной природы // *Приволжский научный журнал*. 2018. №2 (Т. 46). С. 65-70.
20. *Никифоров Е. А., Логанина В. И., Симонов Е. Е.* Влияние щелочной активации на структуры и свойства диатомита // *Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова*. 2011. №2. С. 30-32.
21. *Murtazaev S-A. Y., Mintsaev M. Sh., Aliev S. A., Saydumov M. S.* (201"Strength and Strain Properties of Concrete, Comprising Filler, Produced by Screening of Waste Crushed Concrete", Published by Canadian Center of Science and Education. Received, Vol. 9. №4. Pp. 32-44, 2015.
22. *Murtazaev, S-A. Y., Zaurbekov, Sh. Sh., Alaskhanov, A. Kh. and Saydumov, M. S.* (2018) "Impact of Technogenicraw materials on the properties of high-quality Concrete Composites", International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018). *Advances in Engineering Research*, Vol. 177. Pp. 275-279.

## FORMATION OF THE STRUCTURE OF MULTICOMPONENT ALKALI BASIC KNITTING SYSTEMS

© S-A. Yu. Murtazaev<sup>1,2</sup>, M. Sh. Salamanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

<sup>2</sup>Complex Institute of the RAS named after Kh. I. Ibragimov, Grozny, Russia

The use of concrete on pure Portland cement is not so relevant today, as the leading scientific schools of the world in this direction are trying to obtain composites on mixed binders by replacing expensive and energy-intensive Portland cement. Therefore, the development of modern effective composites based on clinkerless alkaline binders is certainly an urgent problem. The research is based on a modern technological method that contributes to the production of strong and durable cement stone, without the use of traditional Portland cement. The results of the studies confirm the compatibility of all components of the multicomponent system "mineral powder – alkaline caster – surfactant", and the proposed technological method will allow to obtain strong and durable building composites using clinker-free technology, without the use of expensive and energy-intensive Portland cement.

The work was implemented as part of research on the fulfillment of scientific project No. 18-48-200001 "High-quality concrete with enhanced performance properties based on local natural and secondary raw materials," which received support from the Russian Foundation for Fundamental Research (RFFR).

**Keywords:** Multicomponent systems, Portland cement, alkaline solution, hardener, silicone fluid, compatibility, silicified marl, sodium metasilicate

### REFERENCES

1. Solomatov, V. I. (1995) 'Tsementnye kompozitsii s binarnym napolnitelem' [Binary filler cement compositions] *Proceedings of universities. Construction*. No. 9. Pp. 32-37.
2. Salamanova, M. Sh., Murtazayev, S. Yu. And Ismailova, Z. H. (2018) 'The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2, pp. 355-358.*
3. Salamanova, M. Sh. and Murtazayev, S. Yu. (2018) 'Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components'. *20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 September 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: B. 2. Pp. 707-714.*
4. Baert, G., N. De Belie, Kratky J., Ivens, A., I. Van Driessche, G. De Schutter (2008) 'Mechanical and thermal behaviour of alkali-activated high volume fly ash concrete.' *Non-Traditional Cement & Concrete III. Proceedings of the International Symposium (Brno), pp. 57-66.*
5. Palomo, A., Grutzeck, M. W. and Blanco, M. T. (1999) 'Alkali activated fly ashes. A cement for the future'. *Cement and Concrete Research*. №29. Pp. 1323-1329.
6. Shi, C. (1996) 'Early microstructure development of activated lime-fly ash paste' *Cement and Concrete Research*. №26 (9). Pp. 1351-1359.
7. Bakharev, T. (2005) 'Geopolimetric materials prepared using Class F fly ash and elevated temperature curing'. *Cement and Concrete Research*. №35. pp. 1224-1232.
8. Usherov-Marshak, A. V., Pershina, L. A. and Tsiak, M. (2002) (2003) 'Sovmestimost' tsementov s khimicheskimi i mineral'nymi dobavkami. Chast I. Kolichestvennaya ocenka. Chast II' [Compatibility of cements with chemical and mineral additives. Part 1.] *Cement*. №6. Pp. 6-9; [Quantitative assessment. part II.] *Cement*. №1. Pp. 38-40.
9. Kerton, F. (2006) 'Perspectives of market slag cements in Europe'. *Cement*. №5. Pp. 12-17.
10. ASTM C1679-08. Standard practice for measuring hydration kinetics of hydraulic cementitious mixtures using isothermal calorimetry.

11. Udodov, S. A., Chernykh, V. F. and Cherny, D. V. (2008) 'Primenenie poristogo zapolnitelya v otdelochnykh sostavakh dlya yacheistogo betona. Sukhie stroitel'nye smesi'. The use of porous aggregate in finishing compositions for aerated concrete. *Dry building mixtures*. №3. P. 70.
12. Nesvetaev, G., Koryanova, Y. and Zhilnikova, T. (2018) 'On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete'. In *proceedings: MATEC Web of Conferences 27. Cep. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018"* P. 04018.
13. Stelmakh S. A., Nazhnev M. P., Shcherban E. M., Yanovskaya A. V. and Cherpakov A. V. (2018) Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures. *Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule*. In Yun-Hae, I. A. Parinov and S.-H. Chang (ed.). P. 337.
14. Shuisky, A., Stelmakh, S., Shcherban, E. and Torlina, E. (2017) Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete. *MATEC Web of Conferences Cep. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2017"*. P. 05011.
15. Soldatov A. A., Sariev I. V., Zharov M. A. and Abduraimova M. A. (2016) 'Stroitel'nye materialy na osnove zhidkogo stekla' V *sbornike: Aktual'nye problem stroitel'stva, transporta, mashinostroeniya i tekhnosfernoi bezopasnosti: Materialy IV-iezhegodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Building materials based on liquid glass. In *proceedings: Actual problems of construction, transport, engineering and technosphere safety Materials of the IV-th annual scientific and practical conference of the North Caucasus Federal University*. In N. I. Stoyanov (ed.). Pp. 192-195.16.
16. Murtazaev S.-A. U., Salamanova M. Sh., Saidumov M. S. and Alashkhanov A. Kh. (2018). 'Issledovanie svoystv betonov na besklinkernykh vyazhushchikh' [A study of the properties of concrete with clinker-free binders] *'Prospects for the development of the fuel and energy complex and the current state of oil and gas engineering education in Russia, dedicated to the 105th anniversary of M. D. IN "GSTU"*, 2018. Pp. 392-399.
17. Salamanova M. Sh., Murtazayev S. Yu. And Ismailova Z. H. (2018) 'The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders' *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2, pp. 355-358*.
18. Salamanova, M. Sh. and Murtazayev, S. Yu. (2018) 'Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components'. *20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: B. 2. pp. 707-714*.
19. Murtazaev, S.-A. U. and Salamanova, M. Sh. (2018) Prospects for the use of thermally activated raw materials of aluminosilicate nature. *Volga Scientific Journal. №2 (T. 46). Pp. 65-70*.
20. Nikiforov, E. A., Loganina, V. I. and Simonov, E. E. (2011) 'Perspektivy ispol'zovaniya termoaktivirovannogo syr'ya alyumosilikatnoi prirody' *Privolzhskii nauchnyi zhurnal* [The effect of alkaline activation on the structure and properties of diatomite. *Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov*]. №2. Pp. 30-32.
21. Murtazaev, S.-A. Y., Mintshev, M. Sh., Aliev, S. A. and Saydumov, M. S. (2015) "Strength and strain properties of concrete, comprising ciller, produced by screening of waste crushed concrete", Published by Canadian center of science and education. Received. Vol. 9. №4. Pp. 32-44.
22. Murtazaev S.-A. Y., Zaurbekov Sh. Sh., Alashkhanov A. Kh. and Saydumov M. S. (2018) "Impact of Technogenic Raw Materials on the Properties of High-Quality Concrete Composites", *International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018). Advances in Engineering Research. Vol. 177. Pp. 275-279*.



## ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА БЕТОННЫХ И РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ

© М. С. Сайдумов<sup>1</sup>, Т. С-А. Муртазаева<sup>1,2</sup>, А. Х. Аласханов<sup>1</sup>, В. А. Байтиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

<sup>2</sup>Академия наук ЧР, Грозный, Россия

Технологические и эксплуатационные свойства бетонных и растворных смесей формируются за счет правильного учета в их рецептуре таких показателей, как форма и характер поверхности зёрен, зерновой состав, межзерновая пустотность, водопотребность и предельный размер частиц. Поэтому для проектирования доброкачественного состава необходимо изучить влияние гранулометрического состава мелкого и крупного заполнителей на основные свойства бетонных и растворных смесей. В работе поставлена цель оптимизировать гранулометрический состав заполнителей.

Работа выполнена в рамках исследований по реализации научного проекта № 18-48-200001 «Высококачественные бетоны с повышенными эксплуатационными свойствами на основе местного природного и техногенного сырья», получившего поддержку Российского фонда фундаментальных исследований» (РФФИ).

**Ключевые слова:** гранулометрический состав, бетонные смеси, пустотность, водопотребность, заполнитель, инертный компонент.

Как известно, в бетонных и растворных смесях, используемых в строительстве в качестве инертных компонентов, применяют материалы определенной гранулометрии природного или техногенного происхождения. Инертные компоненты, называемые заполнителями, классифицируются в зависимости от размеров на мелкие (песок) и крупные (щебень или гравий). К щебню (гравию), как правило, относят минеральные грубодисперсные конгломераты крупностью зёрен более 0,005 м. Щебень, отличающийся угловатой формой зерен, получают путем дробления различных горных пород, а гравий имеет природное происхождение и окатанную форму.

Песок, применяемый в качестве мелкого заполнителя, также классифицируют по крупности зерен на фракции менее 0,005 м, может быть заполнителем как природного происхождения, так технологического и техногенного происхождения, например, зола ТЭЦ, шлаки, отсеивы дробления отходов строительства и др.

Кроме того, по своим физическим параметрам заполнители делятся на плотные (при истинной плотности компонентов по ГОСТ 8735 более 2000 кг/м<sup>3</sup>) и пористые – при меньших значениях истинной плотности.

Эксплуатационной характеристикой пористых песков является значение их насыпной плотности (для пористых песков не более 1400 кг/м<sup>3</sup>).

Для получения пористых заполнителей используют горные породы (ГОСТ 2263 «Щебень и песок из пористых горных пород. Технические условия»), или же используют искусственно полученные полуфабрикаты (ГОСТ 9757 «Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия», ГОСТ 10832 «Щебень и песок перлитовые вспученные. Технические условия», ГОСТ 12865 «Вермикулит вспученный») и др.

Корректировка гранулометрии состава заполнителя, а также повышение эффективности технологических свойств (удобоукладываемости, повышения водоудерживающей способно-

сти, снижения деформаций усадки) бетонных и растворных смесей, а также для обеспечения гарантированной высокой прочности смесей, в состав вяжущего вводят мелкодисперсные порошкообразные материалы – наполнители с размерами частиц 0,05-0,16 мм. Наиболее часто применяемые среди них – размельченные кварцевые пески, микрокальций, пылеобразный природный кварц (маршалит), мука из известняка и доломита и др.

Сырьевая база наполнителя весьма разнообразна, в которой можно выделить тальк и талькомагнезит, молотую слюду и др.

Для получения рецептуры высокопрочных, особопрочных и высокоплотных бетонов и растворов применяют особотонкодисперсные наполнители – микрокремнезем, зола-уноса ТЭС, ОТДВ «Микродур», белая сажа, которые за счет своей реакционной способности при условии использования механохимической активации дают упрочнение твердеющей системы.

Технологические и эксплуатационные свойства бетонных и растворных смесей формируются за счет правильного учета в их рецептуре таких показателей, как форма и характер поверхности зёрен, зерновой состав, межзерновая пустотность, водопотребность и предельный размер частиц. Не менее важно учитывать для проектирования доброкачественного состава его минералогический состав, фактические значения содержания илистых и глинистых веществ, процент комкового содержания глины и т.д.

Широко применяемые в последние десятилетия сухие строительные смеси выпускают с использованием в качестве заполнителя различных фракций кварцевых песков (ГОСТ 8736 «Песок для строительных работ. Технические условия»), хотя могут быть использованы и другие пески, свойства которых отвечают требованиям ГОСТ 8735 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Допустимое содержание вышеуказанных примесей регламентируется обязательным приложением А к ГОСТ 8736. Допустимое содержание глинистых веществ и наличие глины в комках стандарт конкретной страны или дружества определяют самостоятельно, но, как правило,

допустимое их содержание колеблется в интервале до 5% от массы глинистых частиц.

Оценка качества крупного и мелкого заполнителя (гранулометрии, формы зёрен и т.п.) для бетонных и растворных смесей производится с использованием специальной строительной литературы [1, 2]. Однако самостоятельного подхода требует мелкий заполнитель для приготовления строительных растворных смесей.

Так, например, СП 82-101-98. «Приготовление и применение растворов строительных» [3] не рассматривает вопрос об определении вида, модуля крупности и фракционного состава мелкого заполнителя в зависимости от назначения строительного раствора. Рекомендации [3] по применению песков для приготовления штукатурных растворов ограничиваются той информацией, что мелкий заполнитель должен отвечать требованиям ГОСТ 8736 «Песок для строительных работ», в то время как не приводятся какие-либо рекомендации, касающиеся использования песков различного модуля крупности и класса в строительных растворах различного назначения.

В то же время в [3] содержатся требования по обеспечению предельного размера зёрен мелкого заполнителя для слоёв обрызга и грунта при штукатурке, который не должен превышать 2,5 мм. Надо отметить, что такое ограничение технически не обосновано, более того, оно препятствует достижению основной цели создания первого штукатурного слоя – обеспечению условий, способствующих образованию монолитной конструкции штукатурных слоёв. Мелкое зерно, утопленное в данной конструкции в слое штукатурного покрытия, оказывается в соответствии с вышеизложенной концепцией практически бесполезным. С целью обеспечения требуемой шероховатости поверхности и прочного сцепления штукатурных слоёв грунта с основанием, максимальный размер зёрен заполнителя не должен превышать размер толщины слоя обрызга. Если работа ведется на равновпитывающих поверхностях, обрызг наносят отдельными островками – «бляшками», покрывая до 50% оштукатуриваемой поверхности.

Ограничение предельного размера (2,5 мм) зерна в штукатурках в соответствии с правилами, действовавшими в России, в работе, опубликованной в 30-х годах прошлого столетия, отмечается как определенное недоразумение. Если сравнивать данный параметр в составе штукатурных растворов для развитых стран мира, то картина выглядит следующим образом: в Великобритании – 4,76 мм, в США – 4,76 мм, в Германии – 7 мм, в Дании – 5 мм. В стандарте [4], часть 2 максимальный размер зерна в слое обрызга штукатурки для наружных поверхностей должен составлять 0/4-0/8 мм, для внутренних – 0/2-0/4 мм, а для слоёв грунта и в первом, и во втором случае – 0/2-0/4 мм, при этом доля крупных зёрен по возможности должна быть большой. Снижение величины размера зерна в слоях обрызга и грунта приводит к уменьшению прочности и адгезии штукатурных слоёв, что, несомненно, отрицательно влияет на долговечность штукатурных покрытий. В современных условиях с учетом автоматизации и механизации производства штукатурных работ предельный размер зерна в рецептурах для слоя обрызга может быть повышен до 4 мм, что отвечает рабочим параметрам штукатурных установок.

Оптимальный гранулометрический состав песка для строительных растворов подбирается следующим образом.

С целью обеспечения наименьшего объема пустот (межзерновой пустотности) предпочтительными считают пески смешанного (непрерывного) состава.

Оптимальный, с позиции формирования строительно-технических свойств, гранулометрический состав растворов смесей и растворов достигается, если его характеристики отвечают «идеальной» кривой просеивания [1]. Такое поведение расчетной кривой обеспечивает наиболее рациональную и плотную упаковку зёрен.

Конечно, на плотность упаковки песчаных частиц оказывает влияние шероховатость поверхности зёрен и их форма, что необходимо учитывать при построении «идеальных» кривых просеивания гранулометрического состава.

Межгосударственный стандарт [5] дает лишь общую картину упаковки зёрен песка и состояния их поверхности. Для корректирования состава полученной информации недостаточно, поэтому для уточненной оценки формы частиц необходимо воспользоваться положениями [6], которые основаны на методе определения коэффициента угловатости зёрен, изменяющегося в пределах 1.2-1.6. В основу определения коэффициента положено определение соотношения истинной и теоретической удельных поверхностей.

Форма зёрен заполнителя оказывает влияние на удобоукладываемость (подвижность) бетонных и растворных смесей, а также на их прочность после затвердевания. Зёрна кубовидной или округлой формы считаются предпочтительными. Для обеспечения более высокой степени смешивания частиц заполнителя с цементным камнем, а значит и повышения прочности раствора, поверхность заполнителей должна быть шероховатой. Данные по определению адгезии полированных пластинок кварца и применяемых в исследованиях химически инертных минералов с цементным камнем колеблются в пределах от 0,6 до 1,0 МПа, показатели когезии цементного камня колеблются от 3,0 до 4,5 МПа. Следовательно, при наиболее развитой поверхности зёрен заполнителя адгезия его с цементным камнем за счет реакций сцепления цементного камня с рельефом поверхности возрастает примерно в 4 раза [7].

При подборе оптимального гранулометрического состава по «идеальным» кривым просеивания соотношения зёрен различных размеров имеют наибольшую подвижность при наименьшем расходе цемента и менее подвержены к расслаиванию [8].

«Идеальная» гранулометрия зерен мелко-го заполнителя по Фуллеру описывается уравнением:

$$A = 100 - \sqrt{\frac{d_i}{D}}, \% \quad (1)$$

где  $A$  – проход заполнителя через ячейку сита с размером  $d$ , мм (% по массе);

$d_i$  – размер ячейки, мм;

$D$  – наибольший размер зерна растворной смеси, мм.



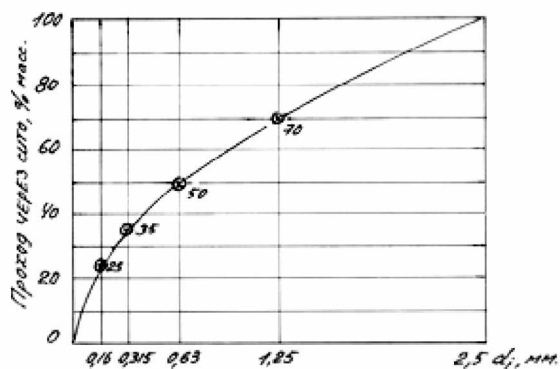


Рис. 1 «Идеальная» кривая по Фуллеру

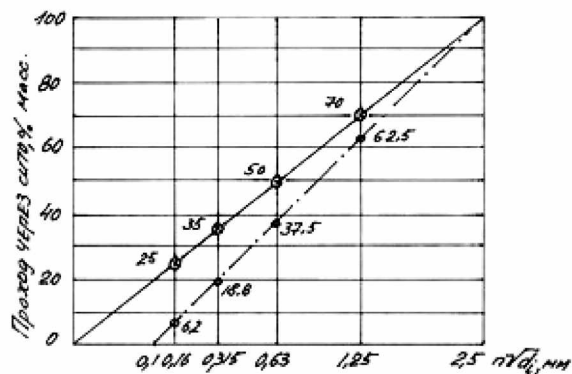


Рис. 2 «Идеальная» кривая по Ротфуксу

В линейных координатах «идеальная» гранулометрическая кривая по Фуллеру имеет вид параболы (рис. 1).

Г. Ротфуксом [9] предложен графический способ построения таких «идеальных» кривых, которые представлены прямыми линиями (рис. 2). График на рис. 2 по оси ординат показывает массовые значения (%) проходов материала через сита с ячейкой \$d\_i\$, мм, а по оси абсцисс в линейном масштабе приведены значения \$Vd\_i\$, мм.

«Идеальная» кривая строится с учетом содержания в смеси зёрен наименьшего размера.

Для «идеальной» кривой при минимальном размере зерна в смеси 0,1 мм уравнение имеет вид:

$$A = 100 \frac{\sqrt{\frac{d_i}{D}} - \sqrt{\frac{0,1}{D}}}{1 - \sqrt{\frac{0,1}{D}}}, \% \quad (2)$$

Рекомендации фирм-производителей популярных сухих строительных смесей по выбору наиболее рациональной гранулометрии отмечают достаточное соответствие предложенных рекомендаций с приведенным выше подходом к «идеальной» гранулометрической кривой заполнителя.

Рекомендации [9] для строительных растворов при наибольшей крупности зерна 2 мм фирмы «Henkel», BautechnikCeresit по разработанным кривым рассева песков представлены на рис. 2. На графике сплошная линия соответствует 0,05 мм, который откорректирован на наименьший размер частиц «идеальной» кривой. Эта линия (рис. 2) проходит в середи-

не области, между рекомендуемыми кривыми наиболее рационального гранулометрического состава, что показывает хорошую сходимость по Фуллеру рекомендуемых и «идеальной» кривой.

Получить «идеальную» кривую гранулометрического состава через технологические усилия, как правило, сложно и сопряжено с большими затратами, вследствие чего на практике используют графики (рис. 3), на которых с использованием граничных кривых рассева состава выделяются области качественных смесей и смесей, допуск которых возможен в качестве заполнителей для растворных смесей.

Идеология изложенного подхода к выбору «идеальных» кривых рассеивания фракций мелкого заполнителя сохраняется и при оптимизации гранулометрии минеральных наполнителей.

Как отмечалось выше, подвижность бетонных и растворных смесей связана не только и не только с особенностями кривых рассеивания заполнителя, формой частиц и рельефом их поверхности, но и с генезисом частиц. Кварцевые пески в растворных смесях в технологическом отношении ведут себя совершенно по-иному, в сравнении с растворами на известняковых песках.

Такое поведение обусловлено различием зарядов поверхности этих компонентов. Кварц отличается сильным отрицательным поверхностным зарядом, в то время как поверхность силикатных материалов считается слабо отрицательной, карбонат кальция обладает слабым

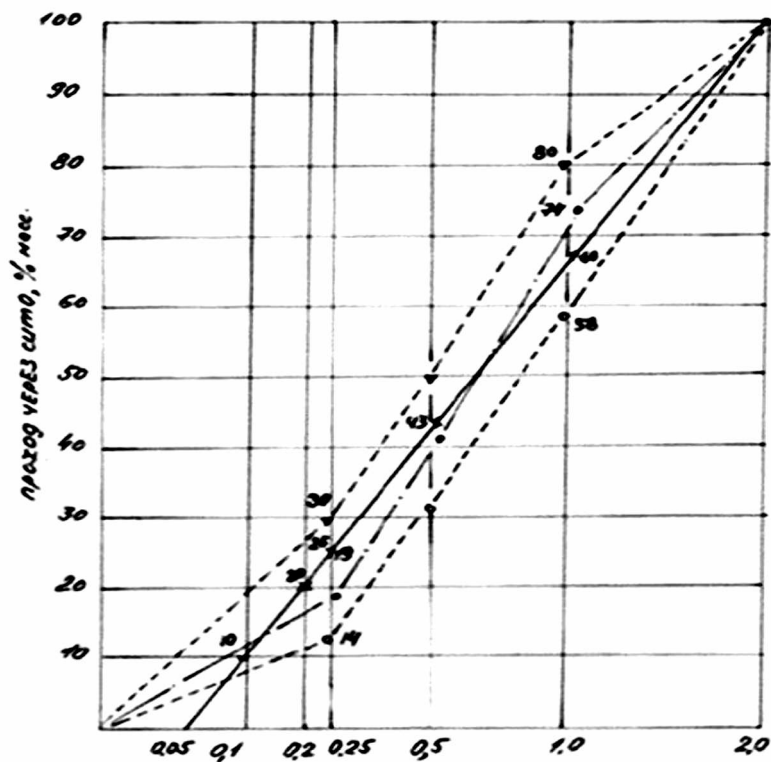


Рис. 3 График определения доброкачественных смесей по гранулометрическому составу, допускаемых к применению

положительным поверхностным зарядом, а гидроксид кальция – сильным положительным. Частицы с разными зарядами поверхности, в соответствии с законами электростатики, в растворных смесях притягиваются друг к другу, что обеспечивает усиление внутренней связности системы, одновременно обеспечивая требуемую пластификацию растворных смесей [11].

Таким образом, оптимизация грануло-

метрического состава заполнителей является весьма наукоемкой и ответственной задачей.

Получение качественных бетонных и растворных смесей не представляется возможным без ответственного подхода к процессу подбора рецептуры бетонных и растворных смесей с учетом возможного влияния свойств мелкого и крупного заполнителя на их технологические и строительно-технические показатели.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. Научн. изд. АСВ. 2006. 368 с.
2. Современные строительные материалы, технологии и конструкции: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова» (24-26 марта 2015 г., г. Грозный). В 2-х томах. Т. 1. Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий»», 2015. 658 с.
3. СП 82-101-98 Приготовление и применение растворов строительных.
4. DIN 18550 «Штукатурка и штукатурные системы» (Германия).
5. Межгосударственный стандарт песок для строительных работ. Методы испытаний Sand for construction work. Testing methods.
6. ГОСТ 29234.12 «Пески формовочные. Метод определения формы зёрен песка».

7. Современные строительные материалы, технологии и конструкции: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова» (24-26 марта 2015 г., г. Грозный). В 2-х томах. Т. 2. Грозный; ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2015. 708 с.
8. *Баринова Л. С.* Прогноз основных тенденций развития рынка строительных материалов в России // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. №2. С. 8-11.
9. Стратегия развития строительного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года. М.: Госстрой РФ, 2013.
10. *Муртазаев С-А. Ю.* Мелкозернистые бетоны из техногенного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений / Ю.М. Баженов, С-А. Ю. Муртазаев, Д. К-С. Багаев [и др.]. Грозный: 2011. 342 с.
11. *Lorenzis L. de Miller B., Nanni A.* Bond of FRP laminates to concrete // ACI Material Journal. 2001. V. 98. №3. P. 256-264.

## INFLUENCE OF GRANULOMETRIC COMPOSITION OF AGGREGATES ON THE PROPERTIES OF CONCRETE AND MORTAR MIXTURES

© Saydumov M. S.<sup>1</sup>, Murtazaev T. S.-A.<sup>1,2</sup>, Alashkhanov A. Kh.<sup>1</sup>, Baytiev V. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

<sup>2</sup>*Academy of Sciences of the Chechen Republic, Grozny, Russia*

The technological and operational properties of concrete and mortar mixtures are formed due to the correct consideration in their formulation of indicators such as the shape and nature of the surface of the grains, grain composition, intergranular voidness, water demand and maximum particle size. Therefore, to design a benign composition, it is necessary to study the effect of particle size distribution of small and large aggregates on the basic properties of concrete and mortar mixtures. The goal is to optimize the particle size distribution of aggregates.

The work was implemented as part of research on the fulfillment of scientific project No. 18-48-200001 "High-quality concrete with enhanced performance properties based on local natural and secondary raw materials," which received support from the Russian Foundation for Fundamental Research (RFFR).

**Keywords:** particle size distribution, concrete mixtures, voidness, water demand, aggregate, inert component

### REFERENCES

1. Bazhenov, Yu. M., V.S. Demyanova and V.I. Kalashnikov (2006) Modified high-quality concrete Scientific ed. ABC. 368 p.



2. 'Modern building materials, technologies and designs' (2015) Materials of the International scientific-practical conference dedicated to the 95th anniversary of FSBEI HPE "GSTOU named after acad. M. D. Millionschikov" (March 24-26, 2015, the city of Grozny). In 2 volumes. V. 1. Grozny: FSUE Publishing and Printing Complex "Grozny Worker", 658 p.
3. SP 82-101-98 Preparation and use of construction solutions.
4. DIN 18550 "Plaster and plaster systems" (Germany).
5. Interstate sand standard for construction work. Sand for construction work test methods. Testing methods.
6. GOST 29234.12 «Molding sands. Method for determining the shape of sand grains».
7. Modern building materials, technologies and designs (2015) Materials of the International scientific-practical conference dedicated to the 95th anniversary of FSBEI HPE "GSTOU named after acad. M. D. Millionschikov" (March 24-26, 2015, the city of Grozny). In 2 volumes. T. 2. Grozny; FSUE Publishing and Printing Complex "Grozny Worker". 708 p.
8. Barinova, L. S. (2005) Forecast of the main trends in the development of the building materials market in Russia. Building materials, equipment, technologies of the 21st century. No. 2. Pp. 8-11.
9. (2013) The development strategy of the construction complex of the Russian Federation for the period until 2020. M.: Gosstroy of the Russian Federation.
10. Murtazaev, S-A. Yu., Bazhenov, Yu. M., Bataev, D. K.-S. and others (2011) 'Melkozernistye betony iz tekhnogennogo syr'ya dlya remonta i vosstanovleniya povrezhdennykh zdaniy i sooruzhenii' [Fine-grained concrete from technogenic raw materials for repair and restoration of damaged buildings and structures]. Grozny, 342 p.
11. Lorenzis, L. de Miller B. Nanni A. (2001) Bond of FRP laminates to concrete. ACI Material Journal. V 98, 3. P. 256-264.

## ОПТИМАЛЬНОЕ КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИН ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНА ПОД ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТАЛЬНОЙ РЕЗЕРВУАР ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ ОБЪЕМОМ 5000 М<sup>3</sup>

© А. С. Семин, С. И. Вахрушев

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Пермь, Россия*

Строительство зданий и сооружений нефтяного комплекса представляет собой сложный технологический процесс, в состав которого входит производство земляных работ. Строительная техника для производства земляных работ должна соответствовать как техническим характеристикам для выполнения поставленных задач при определенных внешних условиях, так и экономическим показателям. В статье рассматривается вопрос оптимального комплектования строительных машин при разработке котлована под вертикальный стальной резервуар (РВС). Разработана программа для поиска оптимального комплекта машин, в условиях полной определенности. Расчет основан на методе динамического программирования Дейкстры. В качестве критерия оптимизации выбраны приведенные затраты на единицу одного кубометра строительной продукции. Расчет представлен для каждого этапа производства работ. По результатам расчета построен сетевой граф с выбором оптимального комплекта машин. Программа расчета выполнена на высокоуровневом языке программирования общего назначения Python.

**Ключевые слова:** сетевой граф, строительные машины, комплектование, приведенные затраты.

На сегодняшний день нефтяная отрасль бурно развивается, растут объемы добычи нефти, ведется разведка и разработка новых месторождений, поэтому возникает необходимость в строительстве резервуаров для хранения готовой продукции и сырья. В рыночной экономике строительные организации заинтересованы в повышении эффективности производства земляных работ и получении максимальной прибыли от используемой техники. В современных условиях затраты на механизацию и автоматизацию работ являются определяющим фактором в ценообразовании. Сложная структура парка строительных машин, способных выполнять определенное количество операций производственного цикла, приводит к тому, что для реализации всей совокупности работ по созданию сооружения необходимо сформировать комплект машин, способный выполнить весь объем работ [1].

Ввиду многообразия строительной техники, рациональный выбор комплекта машин, необходимых для разработки котлована под

РВС, следует проводить с помощью современных методик и технологий [2]. Для формирования оптимального комплекта машин принято пять операций, из них первые три операции могут быть выполнены тремя видами машин, а четвертая и пятая двумя видами, в таком случае число различных комплексов машин для выполнения заданного строительного процесса составит 108 вариантов [3]. Из-за большого числа различных вариантов выбор наиболее оптимального становится затруднительной задачей. Актуальность статьи заключается в оптимизации поиска решения задачи в условиях минимальных потерь при определенных исходных данных. Метод Дейкстры позволяет найти решения по оптимальному комплектованию машин [4]. Определяющим фактором при выборе комплекта машин являются приведенные затраты на кубометр произведенной продукции, которые были приняты для критерия оптимизации [5]. Комплексный подход и оптимальный выбор средств механизации на этапе земляных работ способствуют сокращению

продолжительности строительства, экономии трудовых затрат и придают строительному производству динамический характер.

Исходные данные для оптимального комплектования:

Добыча нефти близ села Романова, муниципальное образование города Березники Пермского края. Превышения между высотами у устьев скважин при инженерно-геологических изысканиях – 0,35 м. Стальной вертикальный резервуар (РВС) расположен в лесном массиве. Овраги, холмы и возвышенности отсутствуют.

Устройство основания производится под вертикальный стальной резервуар для хранения нефтепродуктов объемом 5000 м<sup>3</sup>, диаметр резервуара 22,8 м, высота  $h = 12,0$  м.

Глубина отрыва котлована 3,0 м.

Разрабатываемый грунт представлен следующими породами:

Первый слой по данным бурения – суглинок лессовидный, полутвердый, мощность составляет 3,45 м.

– модуль деформации  $E = 12,0$  МПа (120,0 кгс/см<sup>2</sup>);

– удельное сцепление  $c_n = 20$  кПа (0,2 кгс/см<sup>2</sup>);

– угол внутреннего трения  $\varphi_n = 21^\circ$ ;

– плотность  $\rho_s = 2,67$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho_d = 1,39$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho = 1,72$  т/м<sup>3</sup>;

– удельный вес  $\gamma = 16,8$  кН/м<sup>3</sup>.

Второй слой представлен суглинком лессовидным, мягкопластичным. Мощность слоя 2 по данным составляет от 4,5 м.

– модуль деформации  $E = 10,4$  МПа (104,0 кгс/см<sup>2</sup>);

– удельное сцепление  $c_n = 32$  кПа (0,32 кгс/см<sup>2</sup>);

– угол внутреннего трения  $\varphi_n = 31^\circ$ ;

– плотность  $\rho_s = 2,66$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho_d = 1,46$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho = 1,9$  т/м<sup>3</sup>;

– удельный вес  $\gamma = 18,5$  кН/м<sup>3</sup>.

Третий слой – песок мелкий, средней плотности, влажный. Мощность слоя составляет 3,75 м.

Согласно полевым, лабораторным исследованиям для ИГЭ – 3 представлены следующие характеристики:

– модуль деформации  $E = 14,5$  МПа (145,0 кгс/см<sup>2</sup>);

– удельное сцепление  $c_n = 5$  кПа (0,05 кгс/см<sup>2</sup>);

– угол внутреннего трения  $\varphi_n = 31^\circ$ ;

– плотность  $\rho_s = 2,65$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho_d = 1,55$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho = 1,86$  т/м<sup>3</sup>;

– удельный вес  $\gamma = 18,6$  кН/м<sup>3</sup>.

Объемы работ представлены в табл. 1. На рис. 1 представлен план и разрез котлована под РВС.

При производстве работ выполняется технологический процесс, включающий следующие технологические операции:

1. Срез растительного слоя грунта, вертикальная планировка поверхности земли;

2. Разработка котлована одноковшовым экскаватором с погрузкой в автосамосвалы;

3. Вывоз грунта с территории строительной площадки с помощью автосамосвалов;

4. Обратная засыпка пазух фундамента фронтальным погрузчиком;

5. Послойная трамбовка обратной засыпки пазух фундамента.

В качестве критерия эффективности производства земляных работ используется величина удельных приведенных затрат, которая учитывает себестоимость работ и капитальных вложений. Технологический процесс, выполняемый за минимальные затраты, обеспечит формирование требуемого комплекта машин. При расчете приведенных затрат использовались такие показатели, как трудоемкость, норма времени, сменная выработка, стоимость, удельные капитальные вложения. В расчете применены индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ на эксплуатацию машин и механизмов (Письму ФАУ ФССЦ по Пермскому краю № 01-04-16/ПФИ от 21.10.2016 «Об индексах изменения сметной стоимости СМР на III квартал 2019 г.»). Приведенные затраты сведены в табл. 2, 3.

На основании приведенных затрат (табл. 2, 3) построен сетевой граф возможных комплектов машин (рис. 2). При этом индексом I обозначен номер выполняемой операции, индексом J и K – машина, участвующая в выполнении той или иной операции [6].



Ведомость объёмов работ

| № | Наименование                       | Примечание   | Ед. изм.       | Кол.   |
|---|------------------------------------|--|----------------|--------|
| 1 | Срез растительного слоя            | Высота срезаемого слоя – 0,05 м.<br>Диаметр котлована поверху – 13,9 м.                    | м <sup>2</sup> | 20,4   |
| 2 | Разработка котлована               | $V = (\pi \cdot ((D_1 + D_2) / 2)^2 / 4 \cdot H_p) \cdot k_{o.p.}$<br>( $k_{o.p.} = 1,2$ ) | м <sup>3</sup> | 1955,2 |
| 3 | Вывоз грунта                       | -  | м <sup>3</sup> | 1955,2 |
| 4 | Обратная засыпка котлована         | $V = (V_k + V_n + V_\phi) / k_{o.p.}$ ( $k_{o.p.} = 1,03$ )                                | м <sup>3</sup> | 1793,5 |
| 5 | Уплотнение грунта обратной засыпки | -  | м <sup>3</sup> | 1793,5 |

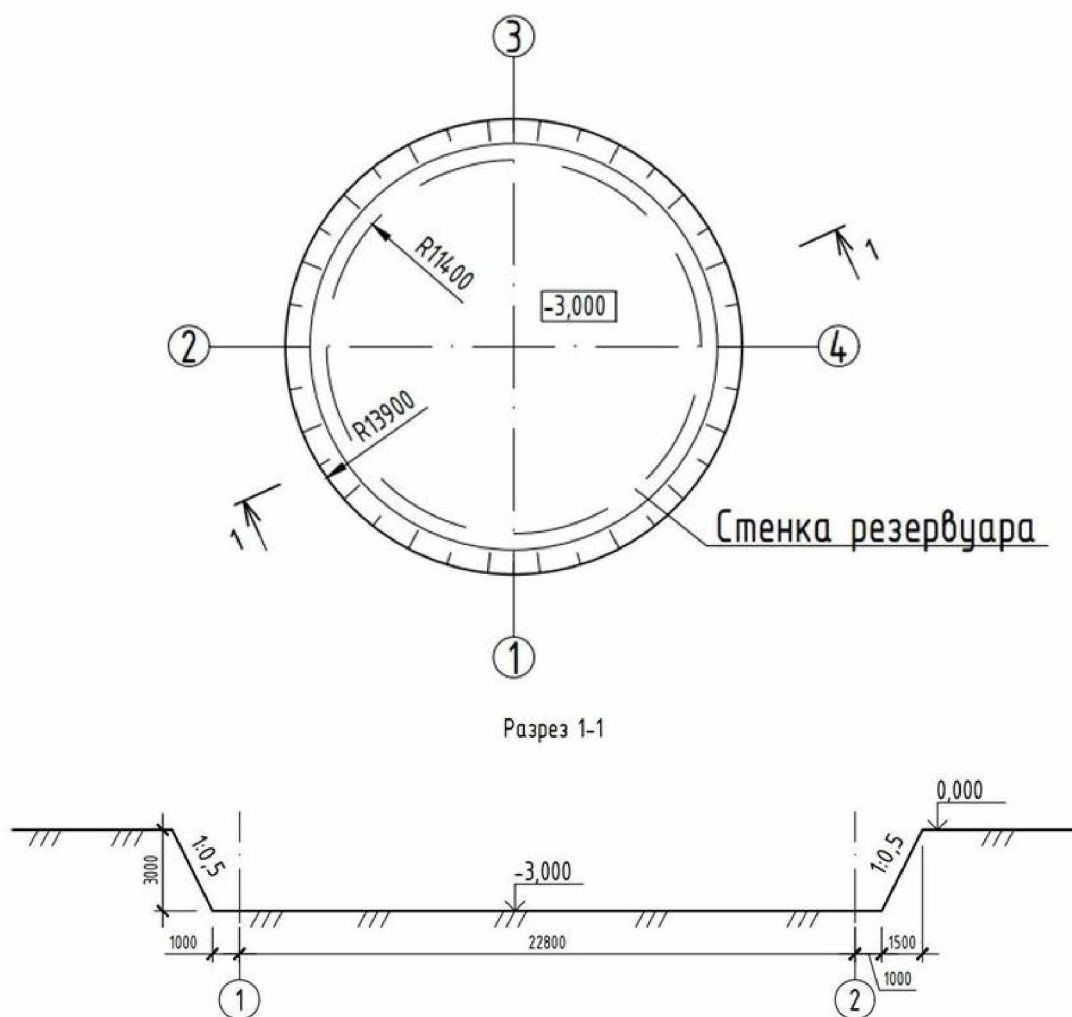


Рис. 1 План котлована

Таблица 2

Приведенные затраты на выполнение технологических операций тремя машинами

| Наименование технологической операции                        | Приведенные затраты на 1 м <sup>3</sup> грунта, руб. |                       |                     |
|--|--|-----------------------|---------------------|
|  | Liebherr PR 724                                      | Komatsu D6IPX-23      | Кировец D65EX-15LGP |
| 1. Планировка территории бульдозером                         | 36,57  | 23,72                 | 18,78               |
|  | Liebherr R317 Litronic                               | ЭО-3122               | Hyundai R800LC-9    |
| 2. Разработка грунта экскаватором с погрузкой в автосамосвал | 376,37   | 346,65                | 333,03              |
|  | МАЗ-4581P2-420-020                                   | FAW (CA3075P40K2YA81) | Foton BJ3125DEPEA-1 |
| 3. Вывоз излишнего грунта автосамосвалами                    | 1208,1   | 1499,47               | 1552,99             |

Таблица 3

Приведенные затраты на выполнение технологических операций двумя машинами

|  |                 |             |
|--|-----------------|-------------|
| 5. Обратная засыпка погрузчиком                | АМКОДОР 332В    | Bull SL 380 |
|  | 416,82          | 377,78      |
| 6. Трамбовка обратной засышки пазух фундамента | Ammann AVN 5020 | DDE VP90-НК |
|  | 119,10          | 103,43      |

На графе над стрелкой указывается величина затрат на выполнение данной операции данной машиной, после выполнения предыдущей операции предыдущей машиной. Круг в начале стрелки обозначает машину, выпол-

няющую предыдущую операцию, а в конце стрелки – текущую. Начальный (0,1) и конечный (6,1) кружок сетевого графа представляют собой фиктивные машины: М (0,1) и М (6,1).

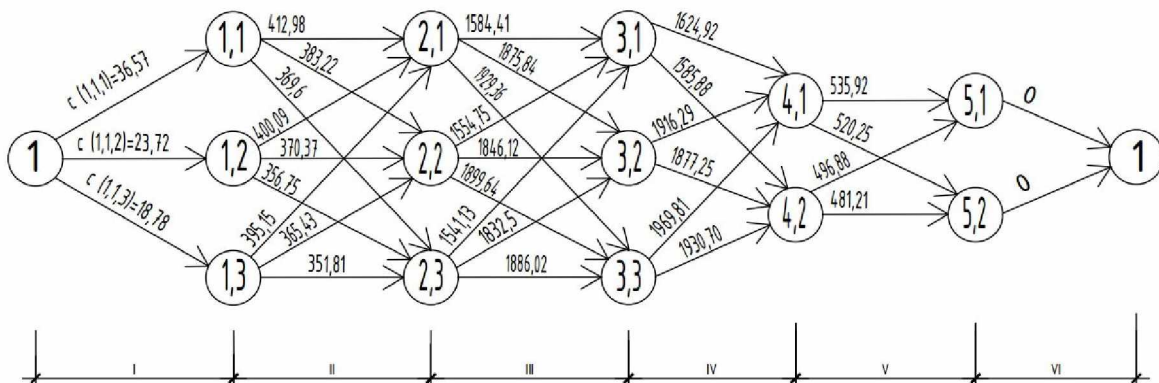


Рис. 2 Сетевой граф возможных комплексов машин с результатами расчёта по приведённым затратам

Исходные данные для решения задачи методом Дейкстры

| I – операция | Машины, выполняющие предыдущую операцию |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|              | J = 1                                   |         |         | J = 2   |         |         | J = 3   |         |         |
|              | Машины, выполняющие текущую операцию    |         |         |         |         |         |         |         |         |
|              | K = 1                                   | K = 2   | K = 3   | K = 1   | K = 2   | K = 3   | K = 1   | K = 2   | K = 3   |
|              | Затраты (приведенные с учетом индекса)  |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1            | 36,57                                   | 23,72   | 18,78   |         |         |         |         |         |         |
| 2            | 412,98                                  | 383,22  | 369,6   | 400,09  | 370,37  | 356,75  | 395,15  | 365,43  | 351,81  |
| 3            | 1584,47                                 | 1875,84 | 1929,36 | 1554,75 | 1846,12 | 1899,64 | 1541,13 | 1832,5  | 1886,02 |
| 4            | 1624,92                                 | 1585,88 |         | 1916,29 | 1877,25 |         | 1969,81 | 1930,77 |         |
| 5            | 535,92                                  | 520,25  |         | 496,88  | 481,21  |         |         |         |         |
| 6            | 0                                       |         |         | 0       |         |         |         |         |         |

Для решения данной задачи используют метод Дейкстры, который позволяет заменить перебор всех вариантов, используя рекуррентное уравнение [7].

В методе Дейкстры функциональное уравнение записывается в следующем виде (1):

$$Y(I, K) = \min [Y(I - 1, J) + C(I, J, K)], \quad (1)$$

где  $Y(I, K)$  – минимальные суммарные затраты, которые необходимы для части технологического процесса, состоящего из  $I$ -ого количества операций с начала процесса,  $I$ -я операция выполняется  $K$ -ой машиной;

$Y(I-1, J)$  – минимальные суммарные затраты, которые необходимы для части технологического процесса, состоящего  $(I-1)$  – ого количества операций с начала процесса,  $(I-1)$  – я операция выполняется  $J$ -ой машиной.

Алгоритм метода Дейкстры включает два этапа.

I. Для каждой машины необходимо определить минимальные суммарные затраты на каждой технологической операции от начала к концу.

Число сумм, из которых выбирается минимальная, равно числу стрелок, которые направлены в данный узел. При этом каждая сумма состоит из минимальных затрат в узле, из которого выходит стрелка, и затрат, необходимых на выполнение операции.

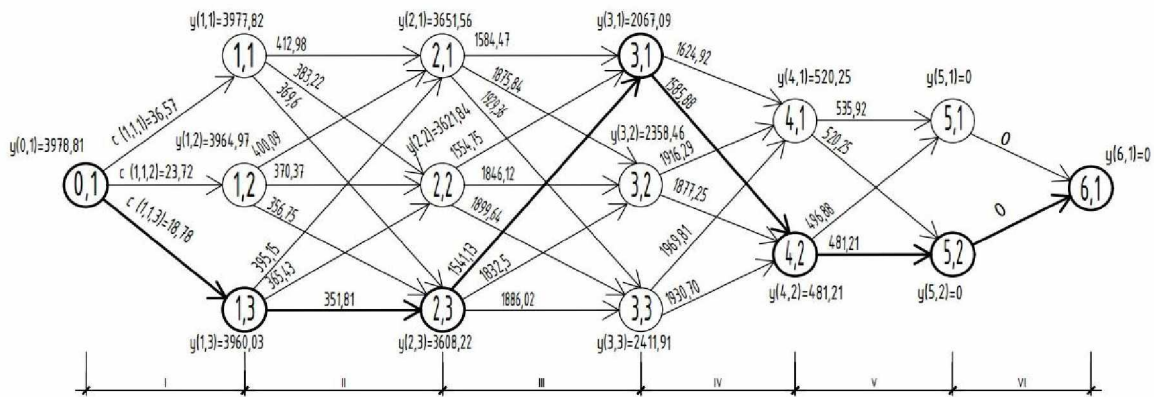
II. Определение оптимального комплекта машин, обеспечивающего минимальные затраты для всего технологического процесса.

Программа расчета выполнена на высокоуровневом языке программирования общего назначения Python. Необходимо с клавиатуры ввести количество операций, далее через пробел прописать все приведенные затраты на каждой технологической операции (табл. 4), следующим этапом программа посчитает суммарные приведенные затраты на разработку  $1 \text{ м}^3$  грунта для данного комплекса машин.

Программа расчета:

```
Result = []
def def_min(one):
    return(min(one))
data = []
print('Введите количество операций:')
a = input()
for option in range(int(a)):
    print («Введите через пробел значения операций №»+str(option + 1))
    my_list = [float(el) for el in input().split()]
    data.append(my_list)
for mass in range(int(a)):
    min_def = def_min(data[mass])
    result.append(min_def)
print(min_def)
print(result)
print(sum(result))
A = 3978,81 руб./м³
```





**Рис. 3** Сетевой граф оптимального комплекса машин, обеспечивающего минимальные затраты для всех технологических операций

По результатам расчета получены минимальные затраты на производственный процесс и определен оптимальный комплект машин для разработки котлована под фундамент вертикального стального резервуара [8]. На рис. 3 стрелками показаны машины, обеспечивающие минимальные затраты.

В качестве критерия оптимальности были выбраны минимальные приведенные затраты на единицу строительной продукции, в данном случае – 1 м<sup>3</sup> разработанного грунта.

Окончательно в комплексе строительных машин для выполнения работ на этапе нулевого цикла вошли марки машин:

1. Бульдозер Кировец D65EX-15LGP для планировки грунта;
2. Экскаватор Hyundai R800LC-9 для разработки грунта и погрузки в автосамосвал MA3-4581P2-420-020;
3. Автосамосвал MA3-4581P2-420-020 для загрузки и транспортировки разработанного грунта;
4. Фронтальный погрузчик Bull SL 380 для обратной засыпки грунта;

5. Трамбовочная виброплита марки DDE VP90-НК для уплотнения грунта обратной засыпки пазух фундамента.

Суммарные приведенные затраты на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта для данного комплекса машин составили 3978,81 руб./м<sup>3</sup>.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что модель дает рассчитать величину удельных приведенных затрат при разных условиях производства земляных работ, а также использование методики расчета по оптимальному комплектованию упростит выбор рационального подбора машин [9]. При этом прибыль строительной организации будет увеличиваться, продолжительность строительства сократится, снизятся трудовые затраты, тем самым произойдет получение наибольшего эффекта от строительства. Использование машин многоцелевого назначения выгодно использовать для незначительных объемов работ, а определение применимости данных машин возможно установить методом сравнения вариантов в комплекте со специализированными машинами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ватин Н. И., Колосова Н. Б., Бердюгин И. А.* Исследование методик оценки эффективности производства земляных работ // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». 2013. № 7. С. 64-70.
2. *Вахрушев С. И., Треногин Е. О.* Опыт оптимизации комплекта строительных машин методом Дейкстры на объекте строительства г. Перми // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2017. № 1. С. 381-387.

3. Абдразаков Ф. К., Горюнов Д. Г. Оптимальное распределение техники – основа стабильного развития производства // *Механизация строительства*. 2004. № 1. С. 8-10.
4. Седов В. Л., Перцев В. П., Кузнецов С. М. Обоснование применения машин и механизмов для строительства сооружений // *Транспортное строительство*. 2004. № 2. С. 12-14.
5. Соколов И. А. Обоснование эффективности использования многоцелевых строительных машин при производстве земляных работ // *Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры*. 2015. № 11. С. 61-66.
6. Ямшанова А. А., Ефременко А. С. Совершенствование технологии производства земляных работ на основе оптимизации комплекта машин // *Молодежный вестник ИрГТУ*. 2018. № 3. С. 29-33.
7. Айдын Е. В., Кузнецов С. М., Холомеева Н. В. Оптимизация парков, комплектов и комплексов строительных машин с учетом надежности их работы. Научно-исследовательские публикации. 2014. № 3 (7). С. 11-16.
8. Синенко С. А., Явонов Д. А. Комплектование строительной техники для производства земляных работ // *European research: innovation in science, education and technology*. 2018. С. 37-40.
9. Кудрявцев Е. М. Оптимизация комплектов СДМ в условиях неопределенности // *Механизация строительства*. 2015. № 2 (848). С. 25-29.

## OPTIMUM PACKAGING OF MACHINES WHILE DEVELOPING A CROWN UNDER A VERTICAL STEEL TANK FOR OIL STORAGE WITH A VOLUME OF 5000 M<sup>3</sup>

© A. S. Semin, S. I. Vakhrushev

*Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia*

The construction of buildings and structures of the oil complex is a complex technological process, which includes the production of earthworks. Construction machinery for earthworks should comply with both the technical characteristics for the performance of tasks under certain external conditions and economic indicators. The article discusses the question of the optimal acquisition of construction vehicles during the development of a pit for a vertical steel tank (TVS). A program has been developed to search for the optimal set of machines, in conditions of complete certainty. The calculation is based on the Dijkstra dynamic programming method. As an optimization criterion, the reduced costs per unit of one cubic meter of construction products were selected. The calculation is presented for each stage of the work. Based on the calculation result, a network graph was constructed with the choice of the optimal set of machines. The calculation program is executed in a high-level general-purpose programming language Python.

**Keywords:** network graph, construction machines, acquisition, reduced costs

## REFERENCES

1. Vatin, N. I., Kolosova, N. B. and Berdiugin, I. A. (2013) 'Issledovanie metodik otsenki effektivnosti proizvodstva zemlianykh rabot' [Study of methods for evaluating the effectiveness of excavation] *Internet-zhurnal «Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy»*. №7. Pp. 64-70.
2. Vakhrushev, S. I. and Trenogin, E. O. (2017) Opyt optimizatsii komplekta stroitel'nykh mashin metodom Deykstry na ob'yekte stroitel'stva v g. Permi. [Experience in optimizing a set of construction vehicles using the Dijkstra method at a construction site in Perm]. *Modern technologies in construction. Theory and practice*. №1. Pp. 381-387.
3. Abdrazakov, F. K. and Goriunov, D. G. (2004) 'Optimal'noe raspredelenie tekhniki – osnova stabil'nogo razvitiya proizvodstva' [The optimal distribution of machinery is the basis for stable production development]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva*. №1. Pp. 8-10.
4. Sedov, V. L. (2004) 'Obosnovanie primeneniya mashin i mekhanizmov dlya stroitel'stva sooruzheniy' [Rationale for the use of machinery for the construction of buildings]. *Transportnoe stroitel'stvo*. №2. Pp. 12-14.
5. Sokolov, I. A. (2015) 'Obosnovanie effektivnosti ispol'zovaniia mnogotselevykh stroitel'nykh mashin pri proizvodstve zemlianykh rabot' [Justification of the effectiveness of the use of multi-purpose construction machines in the excavation]. *Vestnik Pridneprovskoi gosudarstvennoi akademii stroitel'stva i arkhitektury*. №11. Pp. 61-66.
6. Yamshanova, A. A. and Efremenko A. S. (2018) 'Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva zemlianykh rabot na osnove optimizatsii komplekta mashin' [Improving the technology of excavation based on the optimization of a set of machines] *Molodezhnyi vestnik IrGTU*. №3. Pp. 29-33.
7. Aydin E. V., Kuznetsov S. M. and Kholomeeva N. V. (2014) 'Optimizatsiya parkov, komplektov i kompleksov stroitel'nykh mashin s uchetom nadezhnosti ikh raboty' [Optimization of parks, sets and complexes of construction vehicles, taking into account the reliability of their work]. *Research publications*. №3 (7). Pp. 11-16.
8. Sinenko, S. A. and Javonov, D. A. (2018) Komplektovanie stroitel'noj tekhniki dlja proizvodstva zemljanykh rabot [Acquisition of construction equipment for earthworks] *European research: innovation in science, education and technology*. Pp. 37-40.
9. Kudrjavcev, E. M. (2015) 'Optimizacija komplektov SDM v usloviyah neopredelennosti' [Optimization of SDM kits in the face of uncertainty] *Mehanizacija stroitel'stva*. №2 (848). Pp. 25-29.



## АНАЛИЗ МИРОВЫХ КАДАСТРОВЫХ СИСТЕМ

© К. С. Шамсудинова

*ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия*

В данной работе представлен анализ мировых кадастровых систем. Проведен сравнительный анализ кадастров. Показано, как на протяжении последних двух десятилетий мировые кадастровые системы модернизировались и преобразовывались под влиянием технического прогресса и внедрения информатизации во все сферы социальной жизни общества. Ожидаемый результат всех преобразований кадастровой системы – создание простой и эффективной информационной системы, обеспечивающей легкий доступ к исчерпывающей информации о земельном участке, защиту и реализацию прав собственности на объекты недвижимого имущества, упрощение процедур учета и регистрации прав на недвижимость в целях создания всеобъемлющей базы, охватывающей территорию в пределах государственных границ для налогообложения.

**Ключевые слова:** земельный рынок, монополия, земельный кодекс, кадастровая единица, анализ, кадастр, сельское хозяйство.

Земля – основное и незаменимое богатство людей на нашей планете. Она представляет собой не только территорию в суверенных границах государства. В период своего существования и развития каждая страна имела колоссальный богатый опыт планирования по организации рационального использования земель и их охраны. Еще в древней Руси в X веке планирование землеустройства проводилось по уставу князя Владимира.

С момента образования Русского государства в нем преобладала частная собственность на землевладение. Границы вотчины устанавливали в основном по взаимному согласию земледельцев.

Далее в XIV-XV вв. начался новый этап регистрации земель, т.е. поместной системы земледелия. Земельные реформы на Руси продолжались при Петре I. Потом, с приходом к власти Екатерины II (1763-96 гг.), была начата подготовка к Генеральному межеванию и учету. После отмены крепостного права в России (1866-1819 гг.) активно начали следовать европейскому типу государственного управления в области ведения земельного кадастра. До начала Октябрьской революции в России работы по межеванию и кадастровому учету проводились согласно разным земельным законам. С прихо-

дом коммунистов к власти в России земельные законы были пересмотрены по новому земельному кодексу. Была объявлена исключительно государственная собственность на землю, т.е. государственная монополия на земельные ресурсы. Далее, после распада СССР, лишь 25 августа 1992 г. Постановлением Правительства РФ «О совершенствовании ведения государственного земельного кадастра» был проведен ряд законодательных мероприятий: установлен перечень обязательных сведений «О правовом положении земельных участков; определены принципы учета количества, качества земель; введен порядок регистрации и текущего учета земель; предложены методы оценки земель различного назначения и виды земельно-кадастровой документации.

К земельно-кадастровой документации относятся:

1. регистрационные книги;
2. регистрационные дела;
3. кадастровые карты;
4. журналы регистрации заявлений;
5. базы данных регистров (реестров) государственного земельного кадастра;
6. каталоги геодезических координат поворотных точек границ земельных участков;

7. статистические отчеты;
8. аналитические обзоры;
9. иные документы, содержащие сведения о состоянии и использовании земель, земельных участков.

Землеустроительные действия исторически были связаны с земельным кадастром, что обусловлено следующими причинами:

- данные земельного кодекса использовались при разделе, переделе земель по категориям землепользования;
- органы власти различного уровня для принятия управленческих решений;
- на основе закона вели учет и оценку не только земельных участков, которые считались недвижимостью, но и других объектов недвижимого имущества, связанных с землей, и которые давали возможность определения суммы налога на землю [1-8].

Поэтому зарубежные ученые, понимая важность и самостоятельные цели землеустройства в силу сложившихся обстоятельств, вряд ли смогут выделить землеустроительное производство в отдельную отрасль, как это сделано в нашей стране.

Во многих странах часть землеустроительных действий, связанных со съемками местности, составлением карт, приведением измерений, концентрированы в службах, ведающих земельным кодексом, или геодезией и картографией. Наиболее важные землеустроительные работы в зарубежных странах состоят из следующих действий:

1. Планирование использования земель в различных административно-территориальных образованиях.

2. Организация рационального использования и охраны земель на основе государственных программ и методов управления земельными ресурсами.

3. Управление земельными ресурсами, начиная от уровня государства и кончая местным самоуправлением.

4. Межевание земель.

5. Землеустроительные работы, связанные с совершенствованием землевладений и землепользований в формировании земельных участков:

- раздел недвижимости;

- реформирование недвижимости;
- перепланировка земельных участков;
- формирование земельной собственности;
- изменение целевого назначения земель;
- определение границ в натуре;
- землеустроительные работы при приобретении земельных участков;
- землеустроительные работы, связанные с размещением земельных споров [2].

**Землеустройство на землях сельскохозяйственного назначения.** После распада СССР в 1991 г. Образованием РФ была проведена огромная работа, которая позволила ликвидировать монополию государства на владение землей.

Была сформирована нормативно-правовая база государственного земельного кодекса.

В 1993-1995 гг. вышел Указ Президента РФ «О регулировании земельных отношений и развитии аграрной реформы в России», разрешающий гражданам и юридическим лицам распоряжаться земельными участками, находящимися у них в собственности, в том числе продавать, передавать по наследству, дарить, сдавать в залог и в аренду и т.д. 11 декабря 1993 г. был подписан Указ Президента РФ «О государственном законодательстве и регистрации документов о правах на недвижимость», т.е., как в странах Западной Европы, в 1993 г. частная собственность на землю в России была закреплена Конституцией РФ. Таким образом, в 1992-1993 гг. в России были решены огромные задачи в политическом, экономическом, технологическом плане. В социальном плане Россия шагнула далеко вперед в решении земельных проблем по Западному типу. Однако в земельных кодексах Европейских стран земельные участки различают по следующему правовому положению:

- собственности;
- аренды с наследственным правом застройки;
- аренды на срок с правом продолжения аренды на определенный срок.

Западноевропейские кадастровые системы в общих чертах одинаковы: регистрация участков, кадастровые карты и ведение правовых записей.



### Основные этапы развития взаимоотношений человечества и земли

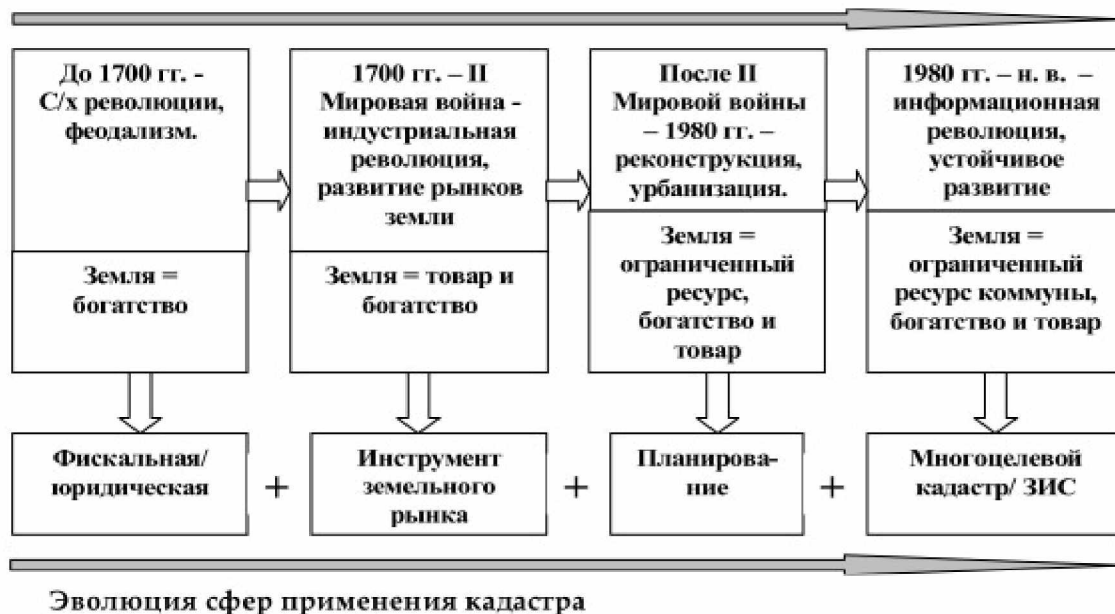


Рис. 1. Эволюция сфер применения кадастра

В мировом сообществе исторически сформировались 4 типа кадастровых систем, 5 правовых семей по этим типам и 2 вида регистрации прав на недвижимое имущество.

Страны Западной и Южной Европы (Франция, Бельгия, Греция, Испания, Италия, Люксембург, Нидерланды и т.д.) относятся к наполеоновскому кадастровому типу.

Страны Центральной Европы, Западной и Юго-Восточной Европы (Россия, Украина, Белоруссия, Чехия, Швейцария, Польша, Австрия, Германия, Сербия, Словакия, Словения, Хорватия) относятся к немецкому кадастровому типу.

Страны Северо-Западной Европы и Северной Америки (США, Англия, Австралия) принадлежат кадастровой системе англоязычных стран.

В странах Северной Европы (Дания, Исландия, Норвегия, Финляндия, Швеция) действует одноименная правовая система).

#### Эволюция развития функций кадастра

Эволюционное развитие отношений человека к земле, связанное с экономическим развитием западных систем землевладения, в очень

обобщенном виде описал проф. И. Вильямсон, который отметил, что ключевым аспектом в понимании эволюции современных кадастров является признание роли кадастра как существенного инструмента в администрировании отношений между человеком и землей. Эволюцию этих отношений можно представить в виде временной диаграммы, в соответствии с которой отношения между человеком и землей характеризуются динамичностью и включают четыре этапа (рис. 1).

На основе анализа представленной схемы можно сделать вывод, что в ходе эволюционного развития кадастровая система фокусируется не только на регистрации объектов недвижимости с целью налогообложения и защиты прав, эффективного функционирования рынка земли, но и все более активно служит другим целям частного и общественного секторов:

- формирования и развития недвижимости;
- территориального планирования сельскохозяйственных территорий и населенных пунктов;
- управления земельными ресурсами;
- мониторинга окружающей среды.



**Эволюция современного понятия «кадастр»**

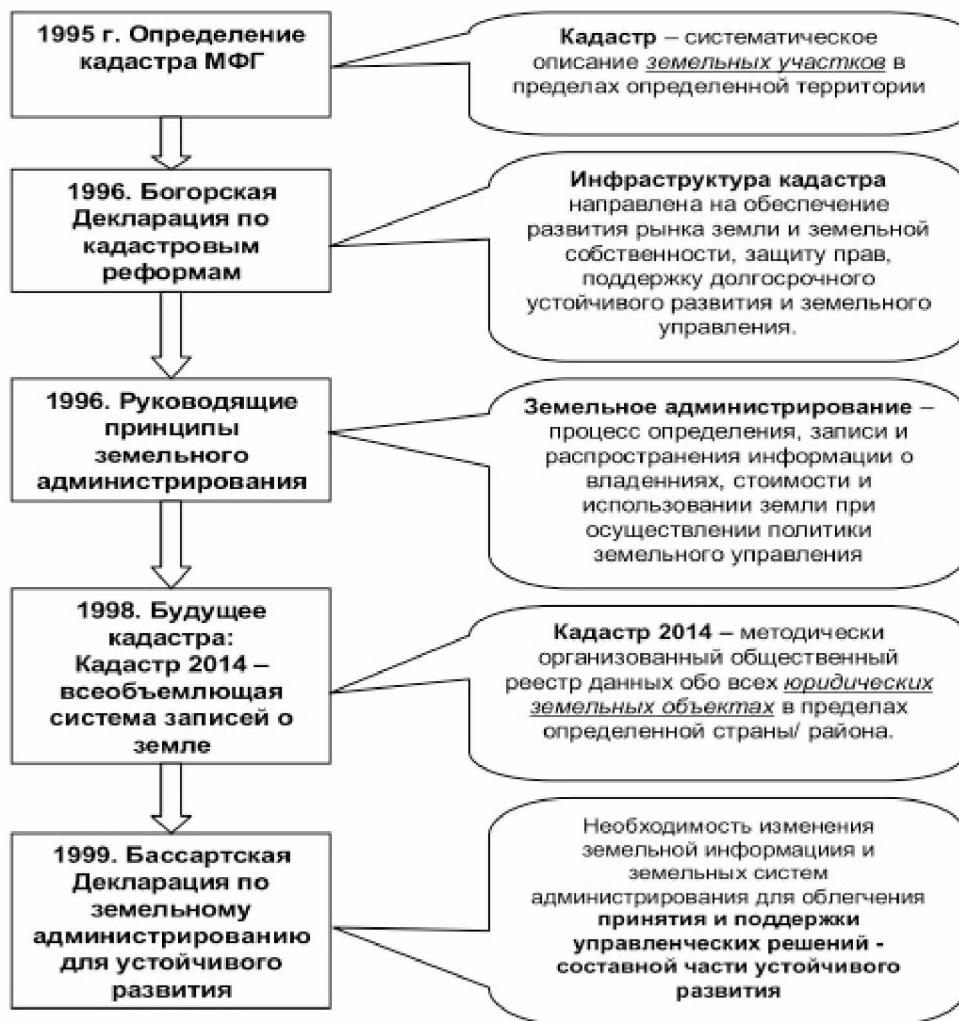
**Исключение из общего правила.** Английская система эквивалентна кадастру в общеевропейском понимании. В Англии кадастр содержит только картографическую информацию, в основном о границах участков и составе недвижимости. Английская система меньше значения придает централизации системных сведений о собственниках недвижимости.

По историческим причинам все кадастры Западной Европы имеют сходные черты. Главным принципом было наличие 2-х частей: словесного описания карты, отражающей размещение и границы всех земельных участков. Карты с кадастровыми номерами делали си-

стематически на основе съемок, содержащих полевые заметки, на которых были основаны карты.

Основными принципами земельного кодекса в зарубежных странах можно назвать следующие:

1. Кадастр будет бесполезным, если он не завершен полностью на анализируемой территории.
2. Работы необходимо вести на солидном фундаменте данных.
3. Затраты должны быть соизмеримы с ожидаемыми средними прибылями от ведения кадастра.
4. Записи должны служить не одной, а нескольким целям.



**Рис. 2.** Эволюция современного определения кадастра в западных странах

5. Кадастровая единица должна быть единой земельной единицей, надежно защищенной законом.

6. Земельные записи должны вести на базе определенных земельных участков, а персонам (лицо, владелец).

8. Проектная земельно-учетная система должна быть ориентирована на будущее. К примеру, большинство стран Британского государства строили свои земельные отношения, систему регистрации земли и недвижимости, а также управления земельными ресурсами на примере Великобритании. Земельный рынок Великобритании представляет собой продажу прав на землю. Основной абсолютный собственник земли – Королевская власть, остальные права на землю являются производственными отношениями. Землеустроительные работы проводят специалисты, работавшие в частном секторе – 80% и в государственных учреждениях – 20%. В королевской государственной земельной регистрационной палате и ее территориальных органах есть землемеры, обмеряющие площадь, но споры, возникающие по поводу размещения границ и размеров земельных участков, крайне редки. Управление земельными ресурсами в Великобритании отличается от других европейских стран.

Если в Европе планирование использования, оценка земли и управление земельными ресурсами осуществляется на основе земельного кодекса, то в Великобритании формального кадастра нет. Кроме того, отсутствие формального земельного кодекса в Великобритании объясняется исторически сложившимся отношением к границам земельных участков и к их отображению на картах.

В стране действует правило границ общего характера и закон о владении, основанный на учреждении правового титула вопреки притязаниям другого лица. Это означает, что если кто-то занимает земельный участок в течение 12 лет (как бы является его собственником, то он при некоторых обстоятельствах получает на него титул).

В отличие от России, роль землеустройства за последние годы заметно снизилась, а внутрихозяйственное землеустройство не стали проводить вообще, землеустроительные мероприятия в развитых зарубежных странах

постоянно расширяются. Их проводят на основе проектов землеустройства по следующим схемам:

- улучшение дизайна на территории фермерского хозяйства,
- повышение ландшафтно-экологической устойчивости территории,
- осуществление природоохраняемых, противоэрозионных, водорегулируемых и других мероприятий,
- экономическая поддержка фермерских хозяйств за счет проведения мер по организации рационального использования и охраны их земель с учетом качества земельного участка,
- улучшение условий землевладения и землепользования за счет консолидации земельного участка,
- укрепление фермерских хозяйств и обеспечение дифференциального механизма их поддержки и функционирования [6].

Таким образом, земельный кодекс представляет собой особую информационную систему, которая содержит системный свод сведений о земельном участке и связанных с ними объектах недвижимости. В основу земельного кодекса отдельных стран положен либо земельный участок, т.е. часть поверхности земли, на которой располагается право собственности, в этой связи в 1995 г. седьмая комиссия по кадастру международной Федерации геодезистов (землемеров) дала следующее обобщающее определение кадастру:

«Кадастр» – это земельная информационная система учета земельного участка на основе современных данных с регистрацией имущественных прав на землю (т.е. прав организационных и ответственности).

Кадастровая система включает две важные функции: учет объекта недвижимости имущества и регистрация прав объекта.

Регистрация прав собственности – важный элемент кадастровой системы, обеспечивающий и гарантирующий права на недвижимое имущество, а также юридический факт наличия имущества, подлежащего налогообложению.

При анализе системы регистрации прав на недвижимое имущество рассмотрены страны, в которых действуют разные типы кадастровых систем.

В основу анализа легли следующие показатели регистрации:

- количество процедур;
- срок регистрации;
- стоимость недвижимого имущества, которая предполагается, в 50 раз превышает доход на душу населения.

На рисунке 3 представлены позиции в рейтинге, которые занимают следующие страны.

При этом под кадастровой понимают систему, которая включает кадастр, регистрацию прав на недвижимость и связанных с ними процессов передачи, разделения и правового оформления земельного участка, что в совокупности часто называют управлением земельными ресурсами. Таким образом, в этом понимании часть землеустроительных действий, связанных с территориальным землеустройством и межеванием земель, по определению международной Федерации геодезистов включается в кадастровую систему.

В РФ право собственности на земельные участки подлежит государственной регистрации и удостоверяется соответствующими документами. Ст. 28 Земельного кодекса РФ устанавливает порядок предоставления земельных участков организациям, предусматривает учет экологических и других последствий земель-

ных отношений, использование картографических материалов. Право на земельный участок в РФ можно приобрести, имея правоустанавливающие документы и кадастровый план земельного участка.

Отсутствие плана влечет отказ в государственной регистрации права на земельный участок. Приобретение земли, находящейся в государственной и муниципальной собственности, в аренду проводится через торги. Торги проводят в форме конкурса или аукциона.

Если собственник имущества или иной правообладатель ставит целью извлечь какую-либо дополнительную выгоду, которая может быть связана с выполнением социально значимых программ, такие торги проводят в форме конкурса. За рубежом проводят торги в форме аукциона на понижение цены заключаемого договора (так называемая «голландская модель») [6].

Предметом земельных торгов в настоящее время в РФ может быть земельный участок с установленными границами.

Под земельным участком понимают часть земной поверхности, имеющую границы, местоположение, площадь, целевое назначение и правовой режим.

Все перечисленные признаки земельного участка, кроме последнего, входят в систему

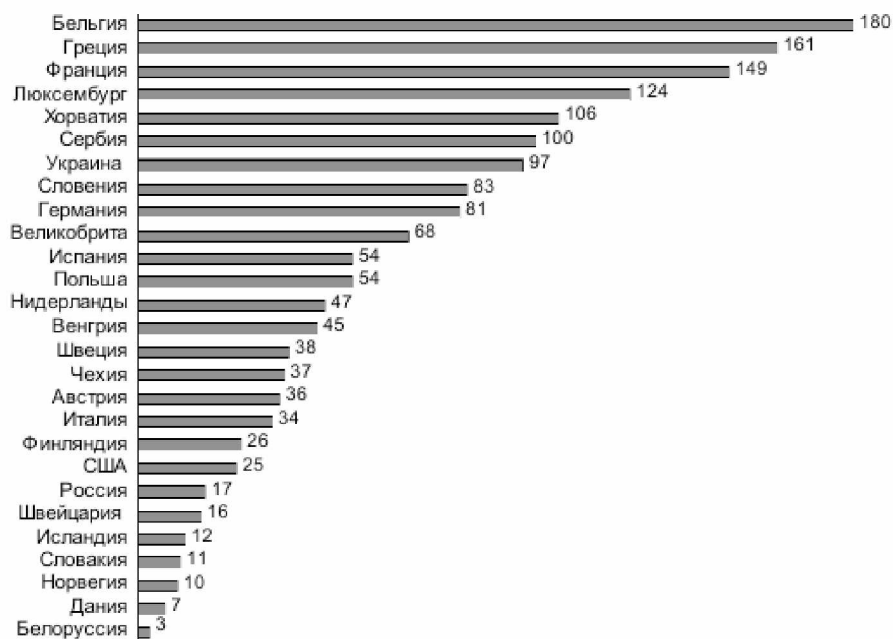


Рис. 3 Рейтинг Doing Business регистрации собственности за 2014 год



так называемых кадастровых характеристик, необходимых для учета в Государственном земельном кадастре и последующей идентификации его кадастровым номером.

Все вопросы, связанные с землей и его кадастровым учетом, в Российской Федерации совершенствуются по упрощенному варианту стран Европы.

В отношении земельных участков, представленных федеральным государственным унитарным предприятиям на праве постоянного пользования, «Свидетельство о государ-

ственной регистрации права собственности РФ на земельный участок» является основанием для его внесения в реестр федерального имущества в порядке, установленном Постановлением Правительства РФ «Об организации учета федерального имущества». Следует отметить, что земельно-кадастровые регистрационные действия для укрепления земельного строя в РФ усовершенствуются по Упрощенной системе кадастрового учета земель, как в Западной Европе и Скандинавии.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Базавлук В.А. Земельные отношения и землеустройство: учебное пособие / В.А. Базавлук, А.В. Базавлук, С.В. Серяков. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 246 с.
2. Волкова С.Н. Управление земельными ресурсами, земельный кадастр, землеустройство и оценка земель (зарубежный анонс опыт) / С.Н. Волкова, В.С. Кислова. М.: Технология ЦД, 2003. 378 с.
3. Варламов А.А. Земельный кадастр: В 2 т.-3 т.-7 т. Т. 3. / А.А. Варламов, С.А. Гальченко. М.: Колос С, 2007. 528 с.
4. Киселев М.И., Ключин Е.Б., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. / Под ред. Михелева Д.Ш. Инженерная геодезия: Учебник для вузов. 2-е, 4-е и 7-е изд. М.: Академия, 2001. 464 с.
5. Куштин И.Ф. Инженерная геодезия. Минск: Вышэйшая школа, 2013. 464 с.
6. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии: Учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2015. 314 с.
7. Скогорева Р.Н. Геодезия с основами геоинформатики: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк.

## ANALYSIS OF WORLD CADASTRO SYSTEMS

© K. S. Shamsutdinova

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

This paper presents an analysis of world cadastral systems. A comparative analysis of the inventory. The article also shows how over the past two decades, world cadastral systems have been modernized and transformed under the influence of technological progress and the introduction of informatization in all spheres of society social life. The expected result of all the transformations of the cadastral system is the creation of a simple and effective information system that provides easy access to comprehensive information about the land plot, the protection and realization of property rights to real estate, simplification of accounting and registration of property rights in order to create a comprehensive base covering the territory within state borders for taxation.

**Keywords:** land author market, monopoly, land code, cadastral unit, analysis, cadastre, agriculturesocial life

#### REFERENCES

1. Bazavluk, V. A., Bazavluk, V. A., Bazavluk, A. V. and Seryakov, S. V. (2012) Zemel'nye otnosheniya i zemleustroistvo: uchebnoe posobie [Land temper relations and the basis of land management: study guide]. Tomsk: Izd-voTomskogo politekhnicheskogo universiteta, 246 p.
2. Volkova, S. N. and Kislova, V. S. (2003) Upravlenie zemel'nymi resursami, zemel'nyi kadastr, zemleustroistvo i otsenka zemel' (zarubezhnyi anons opyt) [Managing nature of the land basis of resources, a milestone in the land cadastre, burden of land management and choice assessment of last lands opak (foreign experience announcement)]. M.: Tekhnologiya CD. 378 p.
3. Varlamov, A. A. and Gal'chenko, S. A. (2007) Zemel'nyi kadastr: V -2t-3t-7t. T. 3 [Land cadastre: In 6 v-2v-3v-7v. V. 3] KolosS. 528 p.
4. Kiselev, M. I., Klyushin, E. B., Mikhelev, D. Sh., Fel'dman, V. D. in Mikheleva D. Sh. (ed.) (2004) Inzhenernaya geodeziya: Uchebnik dlya vuzov. 2-e, 4-e i 7-e izd. [Geodesy Engineering: Textbook for universities. 2nd, 4th and 7th ed.]. M.: Akademy, 464 p.
5. Kushtin, I.F. Inzhenernaya geodeziya [Engineering Geodesy]. Minsk: Vysheishaya shkola, 464 p. 2013.
6. Fel'dman, V. D. and Mikhelev D. Sh. Osnovy inzhenernoi geodezii: Uchebnik. 4-e izd., pererab. I dop. [Fundamentals of engineering geodesy: Textbook – 4th ed., rev. and add.]. M.: Higher school, 2015. 314 p.
7. Skogoreva, R.N. Geodeziya s osnovami geoinformatiki: Ucheb. Posobie dlya vuzov [Geodesy with the basics of geoinformatics: Textbook. manual for universities]. M.: Higher school.

## К ЮБИЛЕЮ ВУЗА. ГГНТУ В ЛИЦАХ

---

### ХАДЖИЕВ САЛАМБЕК НАИБОВИЧ



**Саламбек Наирович Хаджиев** (7 января 1941, Шали, Шалинский район, Чечено-Ингушская АССР, РСФСР, СССР – 2 марта 2018, Израиль) – советский и российский нефтехимик, предприниматель чеченского происхождения, политик, академик РАН. Родился в селе Шали Чечено-Ингушской АССР. Детство провёл в селе Ровное Джамбульского района Казахстана, куда был депортирован вместе с семьёй. Вернулся на родину в 1957 году. Окончил Грозненский нефтяной институт по специальности «инженер-технолог по нефти и газу», а также аспирантуру Московского государственного университета им. Ломоносова.

Саламбек Хаджиев – легендарный выпускник Грозненского нефтяного, был специалистом в области производства низкозастывающих высокоплотных нефтяных

топлив, превращений углеводородов на цеолитсодержащих катализаторах. Это был первый и единственный чеченец на должности министра в Советском Союзе: в 1991 году возглавлял Министерство химической и нефтехимической промышленности СССР. Во время Первой Чеченской войны в 1995 году – председатель Правительства национального возрождения Чечни. В 1995-1996 годах – председатель Государственного комитета Российской Федерации по промышленной политике. Являлся академиком Исламской академии Иордании. Почётный член Академии наук Республики Татарстан. Награды и звания этого человека не имеют конца: орден Трудового Красного Знамени; орден «Знак Почёта»; орден Почёта; звание «Заслуженный деятель науки Чеченской Республики»; звание «Заслуженный нефтехимик СССР»; звание «Заслуженный работник ТЭКа РФ»; Благодарность Президента Российской Федерации (17 июля 1996 года) – за активное участие в организации и проведении выборной кампании Президента Российской Федерации в 1996 году.

Работал в Грозненском научно-исследовательском институте нефти (одном из ведущих в нефтедобывающей отрасли СССР), где прошёл путь от младшего научного сотрудника до директора. В 1991 году Хаджиев становится министром нефтехимической промышленности Советского Союза, первым в СССР чеченцем на министерской должности. Был членом научных



советов и Межведомственного совета АН СССР, членом Государственного комитета по науке и технике СССР по проблемам нефтехимии. Входил в редколлегию журнала «Химия и технология топлива и масел». Автор ряда научных трудов.

Саламбек Наирович при жизни был преуспевающим бизнесменом. В 1996 он становится членом совета директоров крупной трейдерской фирмы «Экотек Ойл», которая занимается поставками бензина в Московскую область и регионы Центральной России, а затем возглавил её.

Скончался Саламбек Хаджиев после тяжелой продолжительной болезни в клинике в Израиле 2 марта 2018 года. Похоронен в Чечне, в городе Шали на родовом кладбище.

Институт нефти и газа ГГНТУ носит имя этого легендарного ученого, грамотного специалиста и талантливого руководителя, а отличившиеся студенты становятся лауреатами на получение стипендии имени академика С.Н. Хаджиева. Она была учреждена по инициативе его сына, предпринимателя Булата Саламбековича Хаджиева. Премия призвана стать данью памяти об академике, который вошел в славную историю Грозненского нефтяного, став выдающимся выпускником вуза.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова»**



**УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

приглашаем Вас принять участие в работе  
**III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «МИЛЛИОНЩИКОВ-2020»**, посвященной 100-летию ГГНТУ

**Цель конференции:** активизация научного потенциала молодежи, с целью привлечения её к решению актуальных задач фундаментальной и прикладной науки

---

**Дата проведения:** проведение конференции планируется в сентябре 2020 г. (в связи с пандемией коронавируса)

**Место проведения:** г. Грозный, пл. им. Х.А. Исаева, 100 (корп. ГУК 1-10)

**Организаторы:** Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Академия наук Чеченской Республики, Комплексный научно-исследовательский институт РАН имени Х.И. Ибрагимова

**Срок подачи материалов:** до 30 июня 2020г.

---

**НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:**

1. Математические и инструментальные методы моделирования и применения информационных систем в экономике, технике и управлении
2. Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа
3. Современные тенденции развития металлургических и литейных технологий
4. Ресурс- и энергосберегающие технологии производства строительных материалов
5. Разработка теории и методологии развития цифровизации экономики

*Материалы конференции будут опубликованы в специальном сборнике статей, которые размещаются в российской научной электронной библиотеке eLIBRARY, интегрированной с библиографической БД РИИЦ.*

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

*Средний объем статьи – 3-8 стр. Поля: слева 3 см, сверху и снизу 2 см, справа 1,5 см. Текст в формате MSWordforWindows, шрифт – TimesNewRoman, 14 pt; межстрочный интервал – 1.*

*Заголовок – прописными (заглавными) полужирными буквами, выравнивается по центру. Перед заголовком слева – УДК.*

*Следующая строка – инициалы, фамилия автора(ов) через запятую, выравнивается по центру. Следующая строка – краткое наименование ВУЗа/организации, города – по центру. Далее через одну строку – аннотацию, ключевые слова и текст. Рисунки, таблицы располагаются по тексту. Ссылка на литературные источники – в квадратных скобках. Имя файла должно иметь следующую структуру: «Статья\_Петров.doc.» и «Заявка\_Петров.».*

*Требования к оригинальности текста статей – не менее 60%.*

---

**Адрес Оргкомитета:** 364051, Чеченская Республика,  
г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100

Телефон: +7 (8712) 29 59 32, +7(988) 617-06-45, e-mail: smus\_ggntu@mail.ru



**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
имени академика М.Д. Миллионщикова

**ВЕСТНИК ГГНТУ**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

2020. Том XVI. № 1 (19)

Редактор – *Таймасханова З.Р.*  
Корректор, дизайн и верстка – *Маслов Е.Н.*  
Технический секретарь – *Алаудинова А.И.*

Подписано в печать 30.03.2020  
Выход в свет 15.04.2020  
Формат 60x84/8. Печать офсетная  
Усл. печ. л. 9,6. Тираж 150 экз. Заказ № 32

Свободная цена

ИПЦ ИП Цопанова А.Ю.  
362002, г. Владикавказ, пер. Павловский, 3

Издание зарегистрировано Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Чеченской Республике.

Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ 20-00118 от 21.05. 2019

Журнал основан в 2001 г.

Выходит 4 раза в год