

Научно-практический сетевой журнал
Выходит 2 раза в год

Учредитель и издатель
Пензенский государственный
университет архитектуры
и строительства

Главная редакция:
В.А. Береговой (главный редактор)
Б.М. Гришин (заместитель
главного редактора)
И.Ю. Шитова (ответственный секретарь)

Адрес редакции:
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28,
ПГУАС
Тел/факс 8412 420501
E-mail: regas@pguas.ru
fmatem@pguas.ru
www.vestnikpguas.ru

Редакторы: М.А. Сухова,
Н.Ю. Шалимова

Дизайн обложки Л.А. Васин

Компьютерная верстка
Н.А. Сазонова

Перевод О.В. Гринцова

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации
Эл. № ФС77-61513 от 24 апреля 2015 г.

Авторы опубликованных материалов
несут ответственность за достоверность
приведенных сведений, точность данных
по цитируемой литературе и за исполь-
зование в статьях данных, не подлежа-
щих открытой публикации.

Редакция может опубликовать статьи
в порядке обсуждения, не разделяя точку
зрения автора.

ВЕСТНИК ПГУАС: СТРОИТЕЛЬСТВО, НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ 1(14)/2022

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА.....	3
Береговой А.М., Маризина Е.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ.....	3
Грачева Ю.В., Куряева Е.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕСЧАНОГО ГРУНТА В ПРИБОРЕ ОДНОПЛОСКОСТНОГО СРЕЗА. Часть 2.....	8
Глухова М.В. ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРЕДАВАРИЙНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В МИКРОРАЙОНЕ ЗАРЯ Г. ПЕНЗЫ.....	12
Лавров И.Ю., Береговой В.А. ПЕЧАТНЫЕ МАССЫ НА ОСНОВЕ ГЛИН ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	19
Махамбетова К.Н., Кузнецова А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОГО РАСТВОРА	27
Снадин Е.В., Береговой В.А., Языкеев А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СИЛИЦАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА ЖИДКОГО СТЕКЛА.....	32
Хвастунов В.Л., Махамбетова К.Н., Хвастунов А.В. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ГИГРОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОПОЧНО-ШЛАКОВЫХ КОМПОЗИТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ И УСКОРЯЮЩИМИ ДОБАВКАМИ.....	36
СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ	41
Жегера К.В., Мухина Ю.В., Евстифеева К.А. АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ SWOT-АНАЛИЗА.....	41

Макарова Л.В., Папшев Д.Н.
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО
ПРОИЗВОДСТВА..... 46

**Медведева Т.Т., Максимова И.Н.,
Баукова Н.С.**
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЦЕССА
«УПРАВЛЕНИЕ ЗАКУПКАМИ
МАТЕРИАЛОВ»..... 55

**Светалкина М.А., Петухова Н.А.,
Слабыня А.В.**
РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОВ
С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИОНАЛЬНО-
СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА НА
ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ ... 63

Contents

CONSTRUCTION. ARCHITECTURE ..3

Beregovoy A.M., Marizina E.S.
IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF
LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS..... 3

Gracheva Yu.V., Kuryaeva E.V.
DETERMINATION OF STRENGTH
CHARACTERISTICS OF SANDY SOIL IN A
SINGLE-PLANE SLICE DEVICE. Part 2 8

Glukhova M.V.
TECHNICAL INSPECTION EXPERIENCE
OF PRE-EMERGENCY HOUSING IN
MICRODISTRICT ZARYA IN PENZA..... 12

Lavrov I.Yu., Beregovoy V.A.
PRINTED RAW MATERIALS BASED ON
CLAYS FOR ADDITIVE
TECHNOLOGIES 19

Makhambetova K.N., Kuznetsova A.A.
STUDY OF WATER-REFOBISING
ADDITIVES ON MECHANICAL AND
PERFORMANCE PROPERTIES INFLUENCE
OF CEMENT AND SAND MORTAR 27

**Snadin E.V., Beregovoy V.A.,
Yazykeev A.V.**
THE USE OF NATURAL SILICITES IN THE
TECHNOLOGY OF LOW-TEMPERATURE
SYNTHESIS OF LIQUID GLASS 32

**Khvastunov V.L., Makhambetova K.N.,
Khvastunov A.V.**
MECHANICAL AND HYGROMETRIC
PROPERTIES OF SLAG GELL
COMPOSITES MODIFIED WITH
PLASTICIZER AND ACCELERATING
ADDITIVES 36

Тарасов Р.В., Давлатов А.С.
ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ..... 69

Учаева Т.В., Дронина О.В.
ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ТРУДА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПЕНЗЕНСКОГО РЕГИОНА НА ОСНОВЕ
МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА 75

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ..... 82

Шурыгин И.С., Самошин А.П.
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ
ГОЛОВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИТАРНЫХ
ГРИФОВ: КЛАССИФИКАЦИЯ, АНАЛИЗ
И ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОВЫХ
РЕШЕНИЙ 82

STANDARDIZATION AND QUALITY MANAGEMENT 41

Zhegera K.V., Mukhina Yu.V., Yevstifeeva K.A.
ANALYSIS OF AN ENTERPRISE
COMPETITIVENESS USING SWOT
ANALYSIS 41

Makarova L.V., Papshev D.N.
EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF INTRODUCTION LEAN
MANUFACTURING ELEMENTS 46

Medvedeva T.T., Maksimova I.N., Baukova N.S.
RISK MANAGEMENT OF THE PROCESS
«MATERIALS PURCHASING
MANAGEMENT» 55

Svetalkina M.A., Petuhova N.A., Slabynya A.V.
RATING EVALUATION OF COMPETITORS
USING FUNCTIONAL AND COST
ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF A
PHARMACEUTICAL INDUSTRY
ENTERPRISE 63

Tarasov R.V., Davlatov A.S.
ASSESSMENT OF THE QUALITY LEVEL OF
PRODUCTION PROCESSES 69

Uchaeva T.V., Dronina O.V.
INCREASE OF LABOR PRODUCTIVITY
OF A CONSTRUCTION ENTERPRISE OF
THE PENZA REGION ON THE BASIS
OF STAFF MOTIVATION..... 75

PEDAGOGICAL SCIENCES 82

Shurygin I.S., Samoshin A.P.
THE MAIN TYPES OF DESIGNS THE HEAD
PARTS OF GUITAR FINGERBOARD:
CLASSIFICATION, ANALYSIS AND
CHARACTERISTICS OF TYPICAL
SOLUTIONS..... 82

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

УДК 721.011.1:697.7.004.18

*Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Береговой Александр Маркович,
доктор технических наук, профессор
кафедры «Городское строительство
и архитектура»

Маризина Елена Сергеевна
E-mail: gsia@pguas.ru

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Beregovoy Alexandr Marcovich,
Doctor of Sciences, Professor of the department
«Urban construction and Architecture»

Marizina Elena Sergeevna
E-mail: gsia@pguas.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

А.М. Береговой, Е.С. Маризина

Показаны результаты анализа данных натурных обследований малоэтажных жилых зданий с целью разработки рекомендаций по повышению их тепловой защиты и энергоактивности. На основе расчетного моделирования предложены способы определения тепловых потерь. Для ряда технических и архитектурно-конструктивных решений дана оценка эффекта энергосбережения.

Ключевые слова: малоэтажные жилые здания, энергоэффективность, энергоактивность, возобновляемые источники энергии, расчетное моделирование

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS

A.M. Beregovoy, E.S. Marizina

The results of field surveys analysis from of low-rise residential buildings aiming to develop recommendations for improving their thermal protection and energy activity are shown. Based on computational modeling, methods for determining heat losses are proposed. For a number of technical and architectural design solutions an assessment of the energy saving effect is given.

Keywords: low-rise residential buildings, energy efficiency, energy activity, renewable energy sources, computational modeling

Повышение тепловой защиты и энергоэффективности гражданских зданий является актуальной проблемой проектирования и строительства, некоторые аспекты исследования которой рассмотрены в работах [1–4]. Малоэтажные здания в отличие от многоэтажных имеют более высокие значения удельных тепловых потерь из-за

меньшей компактности формы. По этой причине стоимость тарифа на отопление 1 м² их площади может возрасти в 2...2,5 раза.

Для оценки состояния тепловой защиты провели натурные обследования малоэтажных жилых домов, построенных в г. Пензе в первый индустриальный период строительства. В результате этих обследований с использованием инструментальных измерений были выявлены следующие причины снижения уровня тепловой защиты зданий:

- многочисленные участки наружных ограждений с «пустошовкой» кирпичной кладки;
- высокий уровень неконтролируемой воздухопроницаемости через наружные ограждения (отсутствие уплотнительных прокладок в створках окон, притворах входных дверей, нарушенная герметизация стыковых соединений наружных ограждений);
- дефекты паро-, гидро- и теплоизоляции в стропильных крышах и цокольных перекрытиях;
- участки на внутренней поверхности наружных стен с влажностью материала выше предельно допустимой.

Вследствие выявленных факторов температурный режим во многих жилых помещениях в зимнее время устанавливался гораздо ниже допустимого по нормам (14...16°C). На основании анализа данных, полученных в ходе обследований, разработаны способы повышения тепловой защиты таких зданий и рассчитан эффект энергосбережения (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Влияние способов повышения тепловой защиты на эффективность энергосбережения зданий

Причины снижения тепловой защиты	Возможные способы восстановления тепловой защиты	Эффективность энергосбережения
Снижение сопротивления теплопередаче через наружные ограждающие конструкции по причине превышения фактических показателей средней плотности и влажности материалов выше предельно допустимых	Установка наружного экрана стены с вентилируемой прослойкой. Дополнительное наружное утепление стены. Ремонт системы наружного водоотвода с крыши зданий	Уменьшение теплопотерь через конструкцию наружной стены на 5–10 %
Изношенность рыхлого утеплителя в чердачных перекрытиях и возрастание эксфильтрационной составляющей тепловых потерь	Дополнительное утепление сыпучего утеплителя или замена его плитами из жесткой минеральной ваты. Устройство поверху слоя с большим сопротивлением воздухопроницанию	Уменьшение теплопотерь через конструкцию перекрытия до 3–3,5 раза
Незначительная степень использования возобновляемых источников энергии в архитектурно-конструктивном решении зданий.	Утилизация тепла земляного массива и подвальных помещений. Применение энергоактивных устройств на наружных ограждениях зданий	Повышение энергосбережения до 60 %

Эффективность использования указанных в табл. 1 способов повышения тепловой защиты была определена с помощью критерия энергосбережения $K_{эф}^{аэн}$ [5]:

$$K_{эф}^{аэн} = q_{от}^p / q_{от}^{p.в} \quad (1)$$

где $q_{от}^p$ – расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания,

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) \cdot v\zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta \cdot h; \quad (2)$$

$q_{от}^{p.B}$ – та же величина, но с учетом использования возобновляемых источников энергии и энергосберегающих решений,

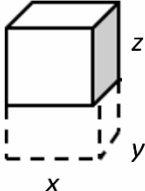
$$q_{от}^{p.B} = [(k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) + \sum k_i) \cdot v\zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta \cdot h; \quad (3)$$

здесь $\sum k_i$ – удельные характеристики тепlopоступлений от использования способов повышения тепловой защиты и возобновляемых источников энергии.

При проектировании и реконструкции малоэтажных зданий применение возобновляемых источников энергии дает значительно больший эффект экономии тепловой энергии по сравнению с многоэтажными домами. Это объясняется тем, что доля тепла этих источников в тепловой нагрузке зданий с относительно небольшим объемом отопления превосходит этот показатель для домов, имеющих значительную тепловую потребность. В табл. 2 приведены результаты расчетного моделирования по использованию возобновляемых источников энергии в архитектурно-конструктивном решении малоэтажных зданий.

Т а б л и ц а 2

Способы повышения энергоактивности малоэтажных зданий

<p>Помещение, подогреваемое тепловым потоком от верхних слоев земли</p>	<p>Эффективность использования тепла верхних слоев земли $F_{п}$ в зависимости от размеров подземного помещения. $F_{п} = f(l/x, y, z)$</p> 	<p>Показатель $F_{п}$ с уменьшением размеров подземного пространства увеличивается</p>
<p>Использование тепла земли путем устройства бетонных каналов под полом подвального помещения [2]</p>	<p>Температуры воздуха t_x в сечении x канала $t_x = t - (t_c - t_n) e^{-Ax}$ Количество воздуха, проходящего через канал высотой δ_y и шириной δ_x: $G_k = v_{вп} \cdot \rho_{вп} \cdot \delta_x \cdot \delta_y \cdot c$ Количество тепла на подогрев воздуха в канале $Q_{п} = c \cdot G_{под} (t_{п} - t_n)$</p>	<p>Доля тепла земли может составить 26-40 % от тепловой нагрузки системы воздушного отопления здания площадью 120 м²</p>
<p>Использование тепла солнечной радиации с помощью упрощенной конструкции плоского солнечного коллектора (ПСК) [6...8]</p>	<p>Эффективность конструкции на наружной стене $\eta = Q_u / A \cdot I_T =$ $= F_R(\tau \cdot \alpha)_n - F_R \cdot U_L(T_{вх} - T_a) / I_T$</p>	<p>Для II климатического района доля солнечного тепла в тепловой нагрузке жилого дома площадью 120 м² может составить 15 %</p>
<p>Тепловая производительность конструкции</p>	<p>Тепловая производительность конструкции $f = Q_T / L$</p>	<p>Для центральных регионов доля солнечного тепла f в тепловой нагрузке жилого дома площадью 122 м² за отопительный период может составить 15 %</p>

Решение функции F_n для помещения, подогреваемого тепловым потоком от верхних слоев земли, позволяет установить, что для такого пространства в отличие от наземного, обогреваемого обычной системой отопления, показатель F_n увеличивается с уменьшением его размеров.

В качестве исходных данных второй расчетной модели по использованию тепла земли рассмотрено небольшое здание, имеющее 8 тонкостенных бетонных каналов под полом подвального помещения и связанную с ними систему воздушного отопления дома.

При использовании на южном фасаде небольшого жилого здания системы модулей в виде упрощенного варианта ПСК доля солнечного тепла в тепловой нагрузке может составить практически значимую величину.

Список литературы

1. Езерский, В.А. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий / В.А. Езерский, П.В. Монастырев, Р. Клычников. – URL: <https://iasv.ru/tekhniko-ekonomicheskaya-otsenka-termomodernizatsii-zhilykh-zdanij.html> (дата обращения: 21.10.20).
2. Береговой, А.М. Энергосбережение в индивидуальном жилом доме при использовании тепла верхних слоев земли / А.М. Береговой, В.А. Береговой // Известия вузов. Строительство. – 2008. – №10. – С. 54–58.
3. Береговой, А.М. Использование тепла подземных помещений в энергосбережении / А.М. Береговой, М.А. Дерина // Региональная архитектура и строительство. – 2016. – №1. – С. 85–89.
4. Береговой, А.М. Энергосбережение в жилых зданиях с большим сроком эксплуатации / А.М. Береговой, В.А. Береговой, А.В. Мальцев, М.А. Петрянина // Известия вузов. Строительство. – 2011. – №5. – С. 59–64.
5. Береговой, А.М. Техничко-экономическая эффективность энергосберегающих решений в архитектурно-строительном проектировании / А.М. Береговой, М.А. Дерина, Л.Н. Петрянина // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №2. – С. 144–148.
6. Береговой, А.М. Наружные ограждающие конструкции, адаптированные к использованию энергии природной среды / А.М. Береговой, А.П. Прошин, В.А. Береговой, А.В. Гречишкин // Известия вузов. Строительство. – 2005. – № 2. – С.4–8.
7. Береговой, А.М. Способы повышения энергоактивности и тепловой защиты эксплуатируемых малоэтажных жилых зданий / А.М. Береговой, И.В. Шадрин // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2021. – № 1(12).
8. Береговой, А.М. Использование возобновляемых источников энергии в проекте энергоэффективного здания / А.М. Береговой, М.В. Михеев // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2021. – №2(13). – С. 4–7.

References

1. Yezersky, V.A. Technical and economic assessment of thermal modernization of residential buildings / V.A. Yezersky, P.V. Monastyrev, R. Klychnikov. – URL: <https://iasv.ru/tekhniko-ekonomicheskaya-otsenka-termomodernizatsii-zhilykh-zdanij.html> (accessed: 21.10.20).
2. Beregovoy, A.M. The energy saving in individual dwelling house on utilization of heat of earth upper layers / A.M. Beregovoy, V.A. Beregovoy // News of higher educational institutions. Construction. – 2008. – No 10. – P. 54–58.
3. Beregovoy, A.M. Using of underground rooms heat in energy saving / A.M. Beregovoy, M.A. Derina, B. Beregovoy, A.V. Maltsev // Regional architecture and engineering. – 2016. – No.1. – P. 85–89.
4. Beregovoy, A.M. Energy savings in the residential buildings with big service-life / A.M. Beregovoy, V.A. Beregovoy. A.V. Maltsev. M.A. Petryanina // News of higher educational institutions. Construction. – 2011. – No 5. – P. 59–64.

5. Beregovoy, A.M. Techno-economic efficiency of energy savings solutions in architecture and construction design / A.M. Beregovoy, M.A. Derina, L.N. Petryanina // Regional architecture and engineering. – 2015. – No.2. – P. 144–148.

6. Beregovoy, A.M. External enclosure structures, adapted to the use of the energy of the natural environment / A.M. Beregovoy, A.P. Proshin, V.A. Beregovoy, A.V. Grechishkin // News of higher educational institutions. Construction. – 2005. – No. 2. – P. 4–8.

7. Beregovoy, A.M. Ways to improve energy efficiency and thermal protection of operated low-rise residential buildings / A.M. Beregovoy, I.V. Shadrin // PGUAS Bulletin: construction, science and education. – 2021. – № 1(12).

8. Beregovoy, A.M. The use of renewable energy sources in the project of an energy-efficient building / A.M. Beregovoy, M.V. Mikheev // PGUAS Bulletin: construction, science and education. – 2021. – №2(13).–C. 4–7.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Грачева Юлия Вячеславовна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Геотехника и дорожное строительство»
E-mail: gracheva_jv@mail.ru

Куряева Екатерина Валерьевна,
студентка

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Gracheva Yulia Vyacheslavovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor
of the department «Geotechnics and road
construction»
E-mail: gracheva_jv@mail.ru

Kuryaeva Ekaterina Valeryevna,
student

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕСЧАНОГО ГРУНТА В ПРИБОРЕ ОДНОПЛОСКОСТНОГО СРЕЗА Часть 2

Ю.В. Грачева, Е.В. Куряева

Представлены результаты испытаний проб песчаного рыхлого песка на приборе одноплоскостного среза со статическим нагружением конструкции НПП «Геотек». Для данного вида грунта опытным путем установлена графическая зависимость касательных напряжений от нормальных, из геометрии которой определяются характеристики прочности: угол внутреннего трения и удельное сцепление.

Ключевые слова: прибор одноплоскостного среза, песчаный грунт, касательные напряжения, нормальные напряжения, прочностные характеристики, угол внутреннего трения, удельное сцепление

DETERMINATION OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF SANDY SOIL IN A SINGLE-PLANE SLICE DEVICE Part 2

Yu.V. Gracheva, E.V. Kuryaeva

The paper presents the results of testing samples of sandy loose sand on a single-plane slice device with static loading. For this type of soil, a graphical dependence of tangential stresses on normal ones has been experimentally established, from the geometry of which the strength characteristics are determined: the angle of internal friction and specific adhesion.

Keywords: single-plane slice device, sandy soil, tangential stresses, normal stresses, strength characteristics, internal friction angle, specific adhesion

Исследования студентов [1], занимающихся в научно-исследовательском кружке под руководством преподавателей кафедры «Геотехника и дорожное строительство» Пензенского ГУАС, направлены в том числе на определение прочностных характеристик исследуемого песчаного грунта средней крупности в установке одноплоскостного среза (рис. 1) по методике, сущность которой заключается в срезе целика грунта при возрастании касательной нагрузки [2, 5].

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ и СП [2–5]. В табл. 1 представлены характеристики испытываемого грунта.



Рис. 1. Подготовка к испытанию на приборе одноплоскостного среза со статическим нагружением

Т а б л и ц а 1

Характеристики образцов испытываемого грунта

Грунт	Прибор	Весы, линейки				Набор сит					
	Наименование свойств	$\gamma_s, \text{Г/см}^3$	$\gamma, \text{Г/см}^3$	$\omega, \%$	e	A5, %	A2, %	A1, %	A0,5, %	A0,25, %	A0,1, %
Песок мелкий рыхлый в воздушно-сухом состоянии	Физические характеристики	2,65	1,3	0	1,03						
	Гранулометрический состав					1,6	4,6	8,2	6,9	22,4	56,3

В табл. 2 отображены вид и количество испытаний.

Т а б л и ц а 2

Вид и количество испытаний

№	Прибор	Описание грунта	Схема испытания	Стандарт
1	Прибор одноплоскостного среза	Песок мелкий рыхлый ($e=1,03$) в воздушно-сухом состоянии	Вертикальное нагружение 100 кПа, срез с постоянной скоростью	ГОСТ-12248 (п. 5.1)
2			Вертикальное нагружение 200 кПа, срез с постоянной скоростью	ГОСТ-12248 (п. 5.1)
3			Вертикальное нагружение 300 кПа, срез с постоянной скоростью	ГОСТ-12248 (п. 5.1)
4			Вертикальное нагружение 400 кПа, срез с постоянной скоростью	ГОСТ-12248 (п. 5.1)

Было проведено три испытания в соответствии с [5] для получения зависимости касательных напряжений от нормальных напряжений.

Для исследуемого грунта (песок рыхлый, $e=1,03$) было проведено 4 испытания при разных значениях вертикальной нагрузки: 100, 200, 300 и 400 кПа.

Результаты испытаний песчаного грунта представлены в табл. 3 и 4.

Т а б л и ц а 3

Результаты испытаний рыхлого песка на одноплоскостной срез

№ п/п	δ , кПа	τ , кПа
№1	100	74,5
№2	200	137,2
№3	300	164,1
№4	400	277,2

Графическая зависимость касательных напряжений от нормальных показана на рис. 2.

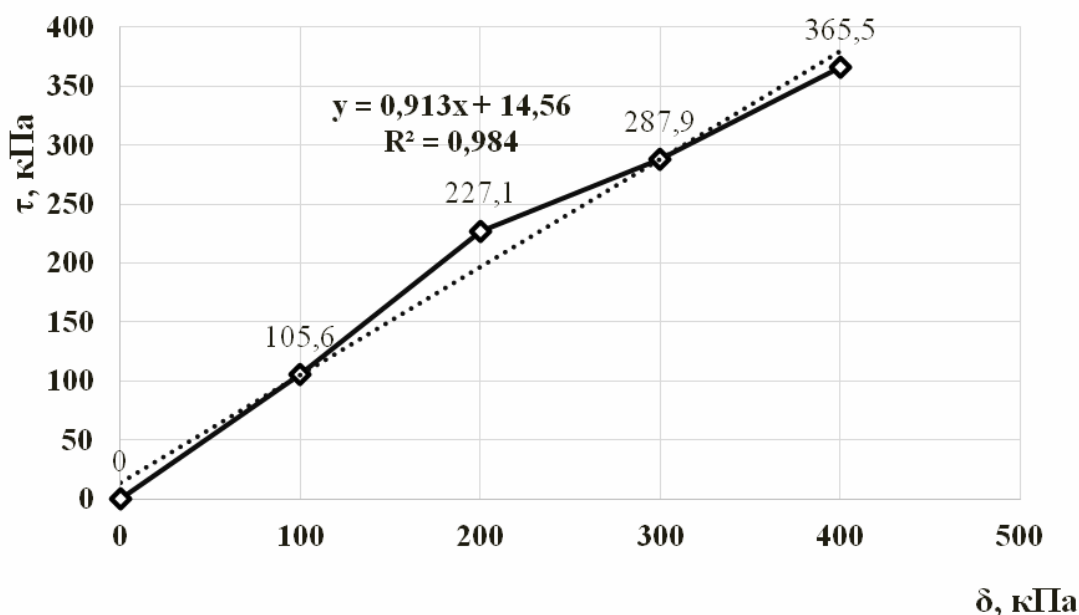


Рис. 2. Данные испытаний проб песчаного грунта на одноплоскостной срез

График зависимости, представленный на рис. 2, описывается уравнением [4]:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c. \quad (1)$$

Анализ графика позволяет вычислить следующие значения характеристик песчаного грунта (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Характеристики прочности песчаного грунта

	φ , град	C , кПа
Песок рыхлый, $e_0=1,03$	32	1,8

Анализ табличных данных свидетельствует о сопоставимости для данного вида грунта результатов, полученных опытным путем, с нормативными.

Одноплоскостной срез является одним из базовых методов испытания грунта, так как дает полную геологическую характеристику участка строительства объекта.

Для точности оценки полученных результатов испытаний необходимо продолжить испытания проб грунта в стабилометре методом трехосного сжатия.

Список литературы

1. Грачева, Ю.В. Определение прочностных характеристик песчаного грунта в приборе одноплоскостного среза. Часть 1 / Ю.В. Грачева, Е.В. Куряева // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2021. – №2(13). – С.24–27.
2. Болдырев, Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов с комментариями к ГОСТ 12248-2010: монография / Г.Г. Болдырев. – 2-е изд., доп. и испр. – М.: ООО «Прондо», 2014. – 812 с.
3. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – URL: http://www.geogr.msu.ru/cafedra/geom/uchd/materialy/spetzkurs/gost_25100_2011.pdf. – Дата обращения: 18.01.2020.
4. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096093>. Дата обращения: 18.01.2020.
5. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12248-2010>. Дата обращения: 18.01.2020.
6. Прочностные характеристики грунтов в условиях прямого среза по методу ГОСТ 12248 / Ю.В. Грачева, Н.И. Тарасеева, М.С. Хрипунова, А.С. Крылов // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2021. – №2 (33). – С. 99–103.
7. Тарасеева, Н.И. Обзор методики применения приборов компрессионного сжатия и одноплоскостного среза в исследовательской деятельности магистрантов / Н.И. Тарасеева, Ю.В. Грачева, А.С. Володин // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2020. – №2 (11). – С.67–72.

References

1. Gracheva, Yu.V. Determination of the strength characteristics of sandy soil in a single-plane slice device. Part 1 / Yu.V. Gracheva, E.V. Kuryaeva // Bulletin of PGUAS: construction, science and education. – 2021. – No.2(13). – P.24–27.
2. Boldyrev, G.G. Methods for determining the mechanical properties of soils with comments to GOST 12248-2010: monograph / G.G. Boldyrev. – 2nd ed., add. and ispr. – M.: LLC «Prondo», 2014. – 812 p.
3. GOST 25100-2011. Soils. Classification. – URL: http://www.geogr.msu.ru/cafedra/geom/uchd/materialy/spetzkurs/gost_25100_2011.pdf. Date of application: 18.01.2020.
4. GOST 30416-2012. Soils. Laboratory tests. General provisions. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096093>. Date of application: 18.01.2020.
5. GOST 12248-2010. Soils. Methods of laboratory determination of strength and deformability characteristics. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12248-2010>. Date of application: 18.01.2020.
6. Strength characteristics of soils in conditions of a direct cut according to the GOST 12248 method / Yu.V. Gracheva, N.I. Taraseeva, M.S. Khripunova, A.S. Krylov // Education and science in the modern world. Innovation. – 2021. – No. 2 (33). – P. 99–103.
7. Taraseeva, N.I. Review of the methodology for the use of compression compression and single-plane slice devices in the research activities of undergraduates / N.I. Taraseeva, Yu.V. Gracheva, A.S. Volodin // Vestnik PGUAS: construction, science and education. – 2020. – №2 (11). – P.67–72.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Глухова Мария Вячеславовна,
ст. препод. кафедры «Геотехника и дорожное
строительство»
E-mail: glukhova.mary@mail.ru

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Glukhova Mariia Viacheslavovna
Assistant Professor of the Department
«Geotechnics and Road Construction»
E-mail: glukhova.mary@mail.ru

ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРЕДАВАРИЙНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В МИКРОРАЙОНЕ ЗАРЯ Г. ПЕНЗЫ

М.В. Глухова

Приведены результаты обследования комплекса жилых домов, построенных по программе переселения из ветхого и аварийного фонда, выявлены многочисленные недопустимые дефекты капитальных стен. Здания признаны ограниченно работоспособными. Для определения причин возникновения дефектов проведен анализ напряженно-деформированного состояния грунтового основания. Поверочные расчеты свидетельствуют о неравномерных осадках зданий, вызванных недобросовестно выполненными строительно-монтажными работами при возведении домов, а также ошибками расчетов. Даются рекомендации по разработке проектов усиления фундаментов.

Ключевые слова: ленточный фундамент, неравномерные осадки, прогнозирование осадок, обследование здания, усиление фундамента

TECHNICAL INSPECTION EXPERIENCE OF PRE-EMERGENCY HOUSING IN MICRODISTRICT ZARYA IN PENZA

M.V. Glukhova

Examining the complex of residential buildings built due to the program of the resettlement from emergency housing, numerous unacceptable cracks of the capital walls were revealed. The buildings are recognized as limited-operable. To identify the causes of defects, an analysis of the stress-strain state of the soil base was carried out. Verification calculations indicate differential settlements of buildings caused by badly performed construction and installation work and calculation errors. Recommendations on the development of foundation reinforcement projects are given.

Keywords: ribbon foundation, differential settlements, settlement forecasting, building inspection, foundation reinforcement

Проектирование подразумевает комплексный взаимный учет факторов возведения и эксплуатации сооружения при выборе несущих конструкций. Особенно это касается проектирования фундаментов, где требуется прогнозирование состояния инженерно-геологических условий площадки строительства и учет совместной работы системы «основание – фундамент – сооружение». Ошибки, допущенные при расчетах и строительстве, приводят к проведению дополнительных мероприятий по мониторингу, обследованию и реконструкции зданий [1, 2], а в некоторых случаях доводят до аварийных ситуаций, опасных для жизни человека.

В 2015 году в рамках программы переселения жителей из ветхого и аварийного фонда введены в эксплуатацию 28 тысяч квадратных метров жилья в микрорайоне Заря г. Пензы. Квартиры в восьми пятиэтажных жилых домах (рис. 1) получили 1 765 человек – это 764 семьи. Через некоторое время в строениях стали проявляться

трещины в стенах, оконных проемах и местах сопряжения стен с плитами. К обследованию состояния конструкций домов были привлечены сотрудники кафедры «Геотехника и дорожное строительство» ПГУАС.



Рис. 1. Вид жилого дома №113 по ул. Новоселов

Многokвартирные жилые дома по ул. Новоселов и ул. Сузюмова представляют собой пятиэтажные здания с подвалом (см. рис. 1). Здания имеют от одной до трех секций, разделенных деформационными швами (рис. 2). Корпусы зданий прямоугольной конфигурации в плане, с размерами секций $51,5 \times 12,1$ м. Наружные и внутренние стены кирпичные, перекрытия и покрытие выполнены из сборных железобетонных многопустотных панелей.

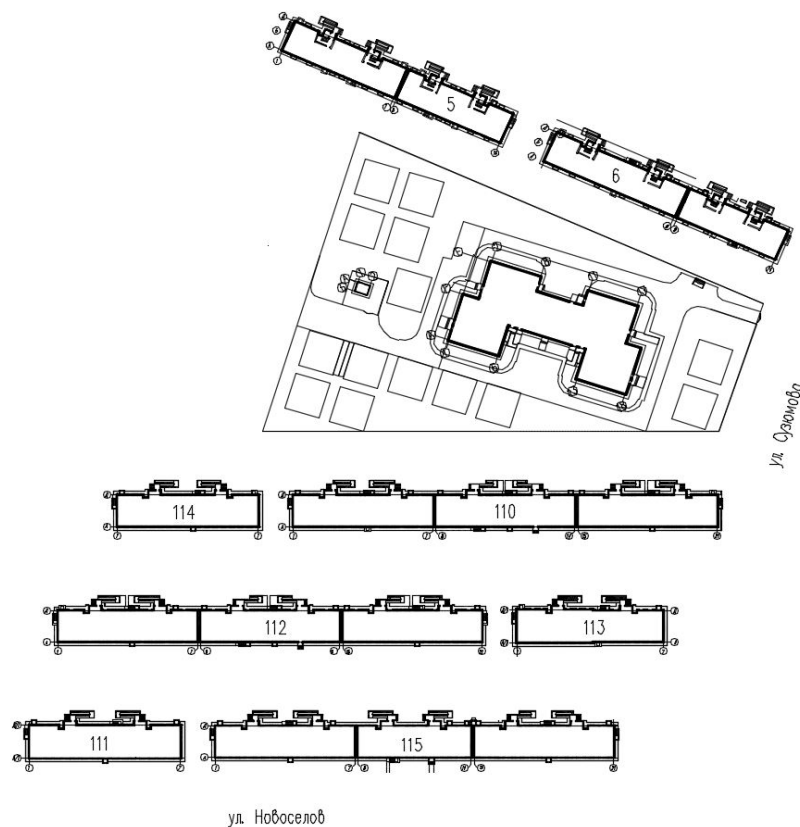


Рис. 2. Генплан восьми предаварийных домов

При обследовании домов обнаружены множественные повреждения в виде дефектов и трещин в стенах (рис. 3). Поверочные расчеты фундаментов подтвердили возможность появления неравномерных осадок зданий. Техническое состояние конструкций признано ограниченно работоспособным, что привело к расселению ряда квартир.

Ширина раскрытия многочисленных трещин в несущих стенах домов увеличивается с этажностью до максимального значения 5,0 мм. Вскрытие штукатурки стен свидетельствует о недостаточном армировании кирпичной кладки по сравнению с проектом. Вследствие этого способность стен воспринимать растягивающие напряжения, возникающие от неравномерных осадок фундаментов, снижена.

При осмотре фасадов здания в уровне каждого этажа и парапета зданий отмечены трещины с раскрытием до 3,0 мм (рис. 4). Указанное свидетельствует о невыполнении необходимых деформационных швов в армированной стяжке под рулонным ковром крыши. Из-за нагревания кровли стяжку распирает в стороны.



Рис. 3. Характерные трещины в несущих стенах дома №110 по ул. Новоселов



Рис. 4. Характерные трещины парапетов дома №3 по ул. Сузюмова

Сборные железобетонные панели перекрытия и покрытия здания находятся в удовлетворительном состоянии. Однако необходимо отметить, что общая деформация здания в результате неравномерных осадок фундаментов привела к появлению трещин в швах между панелями перекрытия и подвижке панелей в местах их опирания на кирпичные стены.

Выполнен анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) основания фундаментов жилых домов с учетом уточненных физико-механических характеристик грунтов в результате дополнительных изысканий.

Для некоторых домов по новому техническому отчету об инженерно-геологических изысканиях выявлено неравномерное напластование грунтов и опирание фундаментов на разные слои грунтов. Указанное значительно отличается от данных, принятых в проектной и рабочей документациях.

Поверочные расчеты проводились с учетом актуализированных инженерно-геологических условий площадки строительства, конструктивных особенностей зданий и диапазона нагрузок на фундаменты.

Решались следующие задачи:

- определение характерных участков фундаментов по диапазону нагрузок, ширине подошвы и давлению на грунт;
- вычисление расчетных сопротивлений грунта с учетом возможного изменения гидрогеологических условий площадки: в естественном состоянии и в случае обводнения;
- расчет осадки, в том числе с учетом взаимовлияния фундаментов, для различных граничных условий;
- сравнение разностей осадок для различных участков здания.

Все восемь домов схожи типом и этажностью, с незначительными различиями в осевых размерах. Для расчетов выделены три характерных участка зданий: несущие крайняя (сечение 1-1) и средняя (сечение 2-2), самонесущая торцевая (сечение 3-3) стены (рис. 5).

Фундаменты по проекту ленточные монолитные железобетонные глубиной заложения 2,0 м, шириной 0,9–1,8 м в зависимости от сечения и нагружения от стен (рис. 6).

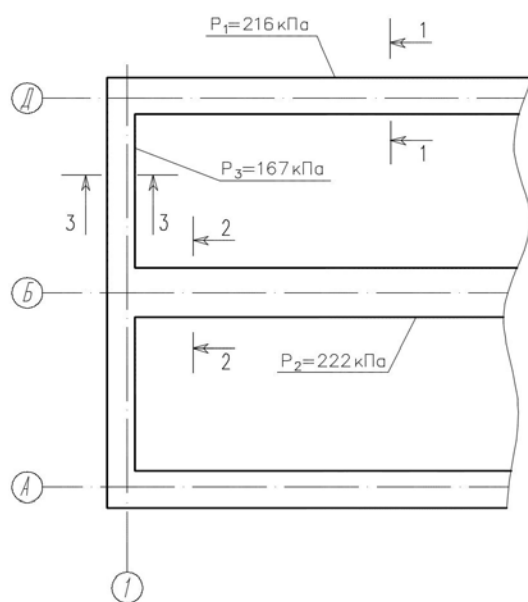


Рис. 5. Фрагмент плана фундаментов дома 111 по ул. Новоселов с выделенными расчетными сечениями

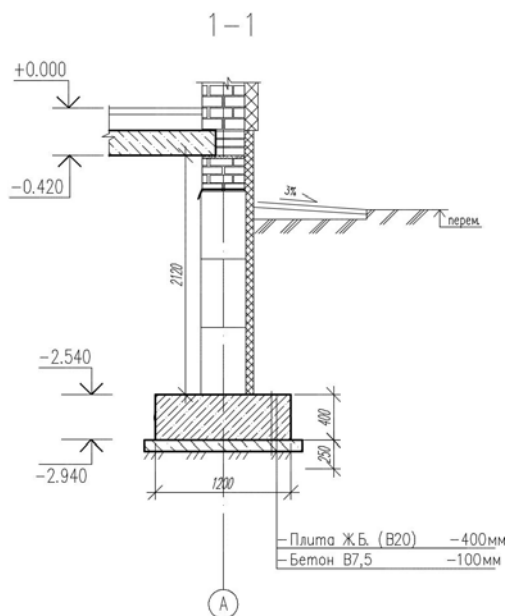


Рис. 6. Разрез 1-1 ленточного фундамента под крайнюю несущую стену

Важной задачей при проектировании является приведение давлений под подошвой фундаментов разных частей одного здания к одинаковому значению, что позволяет минимизировать разности осадок. В проекте и по результатам обследования давления под подошвой фундаментов центральной, крайней и торцевой стен отличаются в 1,3 раза, что объясняет развитие неравномерных осадок здания.

Согласно нормам СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» проектирование фундаментов ведется из расчета по деформациям грунтового основания из условия $S \leq S_u$, где S – расчетная осадка фундамента, S_u – предельно-допускаемое значение осадки для здания. Осадка определяется по схеме линейно деформируемого полупространства методом послойного суммирования. При этом должно выполняться условие подбора размеров подошвы фундамента, когда давление под подошвой фундамента P не превышает расчетного сопротивления грунта R .

Проведенные при обследовании дома 110 по ул. Новоселов расчеты выявили несоблюдение условия $P \leq R$: давление под подошвой фундамента средней несущей

стены $P = 203$ кПа превышает расчетное сопротивление грунта $R = 186$ кПа. В этом случае грунт работает в нелинейной стадии. На этапе проектирования указанное можно изменить корректным подбором размера подошвы фундамента или учетом нелинейности при расчете осадки фундамента [3].

Поверочные расчеты выявили, что величины осадок не превышают предельно допустимого значения согласно СП 22.13330.2016 для данного типа зданий: $S_u = 18$ см в случае армированной кладки (по проекту) и $S_u = 12$ см в случае неармированной кладки (после обследования).

Неравномерные деформации оснований являются в большинстве случаев определяющими причинами проявления аварийных состояний зданий и сооружений [4].

Нормами требуется вести расчет осадки фундамента с учетом прогнозирования состояния оснований и фундаментов при всех возможных видах воздействий, включая гидрологические изменения в грунте, такие, как поднятие уровня подземных вод, локальное замачивание грунта в случае прорыва канализации и т.д. [5]. В обследуемых домах установлено подтопление подвала тальными водами, что повлекло изменение физико-механических характеристик грунта, уплотнение и деформацию основания [6].

Значительная разница осадок наблюдается в зданиях, где в основании нескольких секций залегают различные пласты грунта. Так, для одной части фундаментов дома 112 по ул. Новоселов в качестве несущего слоя служит глина тугопластичная с модулем деформации $E = 6,3$ МПа, для другой – глина полутвердая с модулем деформации $E = 11,0$, что существенно влияет на величину активной зоны сжатия грунта при деформации основания под разными секциями и приводит к значительной расчетной разности осадок фундамента по длине здания (рис. 7) [7].

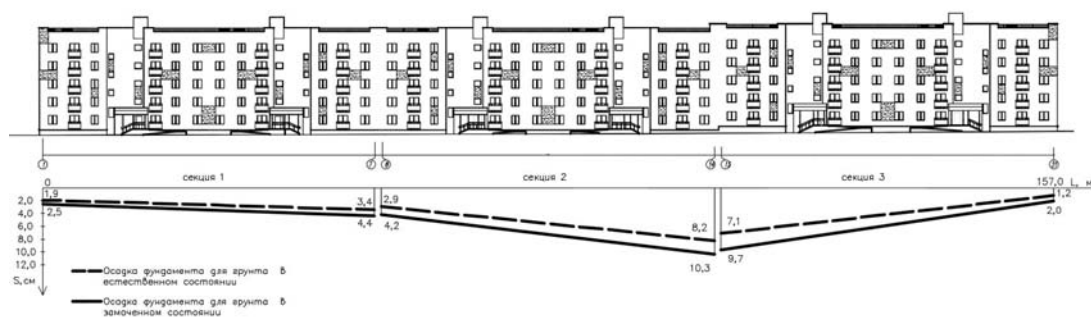


Рис. 7. График развития осадки фундамента S (см) по длине здания L (м)

При проверке относительной разности осадок по ширине здания между центральной и крайними стенами значения достигают от 0,0022 до 0,0046 и превышают допустимое нормами соотношение $(\Delta S/L)_u = 0,002$.

При выборе варианта усиления принята технология вдавливания составных свай по периметру капитальных стен здания с целью переноса на них до 50 % расчетной нагрузки на фундаменты. Традиционно проект усиления разрабатывается из условия доведения давления под подошвой разных частей здания до одинаковых значений [8]. Из-за сложного напластования грунтов, опирания фундаментов на грунты с разными строительными свойствами и гидрогеологических изменений основания размеры свай усиления, а также расстановку свай в проекте рекомендуется назначать из расчета по второй группе предельных состояний с учетом существующих и прогнозируемых осадок до достижения одинаковых значений деформаций основания.

Заключение

1. Основными причинами деформаций надземных конструкций жилых домов микрорайона Заря г. Пензы являются нарушения в проектировании фундаментов и ненадлежащее выполнение строительно-монтажных работ. Различные давления на основание под подошвами фундаментов отдельных частей зданий привели к неравномерным осадкам. Указанное усугубилось отсутствием армированной кладки в

некоторых стенах, что способствовало возникновению многочисленных трещин в несущих конструкциях.

2. В зданиях имеются участки, на которых неравномерные деформации превышают нормативные предельно допустимые значения в два раза, что привело к появлению предаварийных участков, существенному снижению надежности объектов и расселению жильцов.

3. Дальнейшее развитие деформации грунтового основания под подошвой фундаментов и, как следствие, дальнейшее повреждение стен здания может привести к аварийному состоянию строительных конструкций жилого дома.

4. При разработке проекта усиления расчеты выполнены с учетом прогноза изменения состояния грунта, в том числе локального обводнения.

5. В случае неравномерного напластования грунтов рекомендуется усиление фундаментов производить не до достижения одинакового давления под подошвами фундаментов, а из расчета деформаций основания. Необходимо перераспределить давление на грунтовое основание из условия минимизации разности расчетных осадок различных участков здания.

Список литературы

1. Гарькин, И.Н. Опыт обследования строительных конструкций гражданских зданий / И.Н. Гарькин, М.В. Глухова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6–2. – С. 267–271.

2. Гарькин, И.Н. Опыт усиления фундаментов гражданских зданий (на примере ЖСК «Жасмин») / И.Н. Гарькин, М.В. Глухова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 9–3. – С. 473–477.

3. Глухова, М.В. Малозаглубленные фундаменты малонагруженных зданий / М.В. Глухова, В.С. Глухов В.С. // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2021. – № 1 (12). – С. 13–19.

4. Редков, В.И. Деформации несущих конструкций объектов культурного наследия при неравномерных осадках грунтовых оснований / В.И. Редков // Архитектура, градостроительство, историко-культурная и экологическая среда городов центральной России, Украины и Беларуси: мат. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: БГИТА, 2014. – С. 142–147.

5. Гарькин, И.Н. Устранение неравномерных осадок зданий на ленточных фундаментах / И.Н. Гарькин, М.В. Глухова // Приднепровский научный вестник. – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 028–030.

6. Гончаров, А.А. Исключение неравномерных осадок при возведении зданий в сложных гидрогеологических условиях / А.А. Гончаров // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 1. – С. 48–52. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.01.48-52.

7. Маковецкий, О.А. Наблюдательный метод прогнозирования осадок высотных зданий / О.А. Маковецкий // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – № 1. – С. 75–85. – DOI 10.15593/24111678/2018.01.09.

8. Гарькин, И.Н. Методы усиления фундаментов гражданских зданий / И.Н. Гарькин, М.В. Глухова // Региональная архитектура и строительство. – 2018. – № 3 (36). – С. 130–135.

References

1. Garkin, I.N. Civil buildings constructions survey experience / I.N. Garkin, M.V. Gluhova // Fundamental research. – 2016. – № 6–2. – P. 267–271.

2. Garkin, I.N. Experience of civil buildings foundation strenghtening (housing estate «Gasmin» by the example) / I.N. Garkin, M.V. Gluhova // Fundamental research. – 2016. – № 9–3. – P. 473–477.

-
3. Glukhova, M.V. The low deep foundation of lightly loaded building / M.V. Glukhova, V.S. Glukhov // Bulletin of PGUAS: construction, science and education. – 2021. – № 1 (12). – P. 13–19.
 4. Redkov, V.I. Deformations of load-bearing structures of cultural heritage objects with uneven precipitation of soil bases / V.I. Redkov // Architecture, urban planning, historical, cultural and ecological environment of the cities of central Russia, Ukraine and Belarus: materials of the international scientific and practical conference. – Bryansk: BGITA, 2014. – P. 142–147.
 5. Garkin, I.N. Elimination of uneven precipitation of buildings on strip foundations / I.N. Garkin, M.V. Gluhova // Pridneprovsky Scientific Bulletin. – 2018. – V.6, № 4. – P. 028–030.
 6. Goncharov, A.A. Elimination of uneven settlements during the construction of buildings in complex hydrogeological conditions / A.A. Goncharov // Industrial and civil construction. – 2020. – № 1. – P. 48–52. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.01.48-52.
 7. Makovetskiy, O.A. The observational method of predicting the sediment of high-rise buildings / O.A. Makovetskiy // Transport. Transport facilities. Ecology. – 2018. – № 1. – P. 75–85. – DOI 10.15593/24111678/2018.01.09.
 8. Garkin, I.N. Methods of strengthening foundations of civil buildings / I.N. Garkin, M.V. Gluhova // Regional architecture and engineering. – 2018. – № 3 (36). – P. 130–135.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Лавров Иван Юрьевич,
аспирант
E-mail: techbeton@pguas.ru

Береговой Виталий Александрович,
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Технологии строительных
материалов и деревообработки»

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Lavrov Ivan Yurievich,
Postgraduate
E-mail: techbeton@pguas.ru

Beregovoy Vitaly Alexandrovich,
Doctor of Science, Professor, Head of the
department «Building materials and woodworking
technology»

ПЕЧАТНЫЕ МАССЫ НА ОСНОВЕ ГЛИН ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И.Ю. Лавров, В.А. Береговой

Приведены результаты экспериментальных исследований с целью определения свойств глин применительно к технологии 3D-печати. Для определения минерального типа и гранулометрии глин использован седиментационный, дифференциально-термический и термогравиметрический анализ. Показано, что комбинация указанных методов позволяет быстро и с достаточной точностью оценить показатели глинистого сырья для аддитивных технологий.

Ключевые слова: глинистое сырье, определение состава, добавки, модификация печатных масс, аддитивные технологии

PRINTED RAW MATERIALS BASED ON CLAYS FOR ADDITIVE TECHNOLOGIES

I.Yu. Lavrov, V.A. Beregovoy

The article presents the results of experimental studies to determine the properties of clays in relation to 3D printing technology. Sedimentation, differential thermal and thermogravimetric analysis were used to determine the mineral type and granulometry of clays. It is shown that the combination of these methods makes it possible to evaluate quickly and with sufficient accuracy the indicators of clay raw materials for additive technologies.

Keywords: clay raw materials, composition determination, additives, modification of printing masses, additive technologies

В настоящее время интенсивно развиваются технологии, основанные на послойном наращивании структуры изделий из различных строительных материалов. Их широкое внедрение в практику зависит от успешности решения ряда рецептурно-технологических задач. К наиболее сложным из них можно отнести оптимизацию реотехнологических показателей печатных масс (вязкость, предел текучести, напряжение сдвига), определяющих качество процесса экструдирования и формоустойчивость напечатанного слоя. Очевидно, что характеристики смесей для 3D-печати имеют существенные отличия от реологических свойств традиционных строительных смесей. Так, в процессе печати необходимо сочетать разнонаправленные требования пластичности массы, обеспечивающей ее продавливание через экструдер, и прочность свеженапечатанного фрагмента для сохранения первоначальной формы при послойном нагружении [1].

Многократное использование исходного компонента обеспечивает конкурентное преимущество печатным массам на основе глинистых видов сырья [2]. Однако для глин характерны негативные особенности, связанные с повышенной усадкой при сушке и обжиге, что необходимо учитывать и по возможности минимизировать при разработке рецептур сырьевых составов для технологии 3D-печати.

Используемые материалы. Основной компонент – глинистое сырье Сердобского месторождения Пензенской области – включает два минеральных типа (I и II) (рис. 1): тип I – лёгкая глина жёлто-коричневого цвета с числом пластичности Пл=22 %, структура глины – рыхлая однородная, без крупных включений; тип II – суглинок бледно-коричневого цвета с примесью карбонатных пород (вскипание при взаимодействии с 10 %-м раствором HCl) и пластичностью Пл=12 %.



Рис. 1. Используемое глинистое сырье: слева – тип I; справа – тип II

Удельная поверхность и средний эквивалентный диаметр частиц определялись на приборе ПСХ-10 (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Показатели дисперсности глин

Обозначение	Удельная поверхность, м ² /кг	Эквивалентный диаметр, мкм
Глина I	222,4	10,8
Глина II	310,4	9,7

Распределение частиц по размерным фракциям произведено методом седиментационного анализа. При построении кривой седиментации (рис. 2) учитывали рекомендации, представленные в [1, 2]. Расчёт диаметра частиц производился по следующему уравнению [3]:

$$d = 2 \cdot K \cdot \sqrt{\frac{H}{\tau}}, \quad (1)$$

где K – константа процесса седиментации, м^{1/2}·с^{1/2}; H – высота столба водной суспензии, м; τ – время осаждения фракции, с.

Константу седиментации рассчитывали по формуле

$$K = \sqrt{\frac{9 \cdot \eta}{2 \cdot (\rho_{\text{част}} - \rho_{\text{сред}}) \cdot g}}, \quad (2)$$

где η – вязкость дисперсионной среды, Па·с; $\rho_{\text{част}}$ и $\rho_{\text{сред}}$ – плотность частиц глины и воды, кг/м³.

Т а б л и ц а 2

Результаты седиментационного анализа глины I

Наименование показателя	Номер фракции								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_{min} , мкм	20,3	14,2	10,2	8,0	6,6	5,4	4,5	4,1	менее
Размеры частиц	>20	20-14	14-10	10-8	8-6,6	6,6-5,3	5,3-4,5	4,5-4,1	4,1-0
Масса, мг	5,3	10,2	15,30	24,70	16,10	6,40	3,50	2,80	3,50
Содержание, мас. %	6,02	11,59	17,39	28,07	18,30	7,27	3,98	3,18	3,98

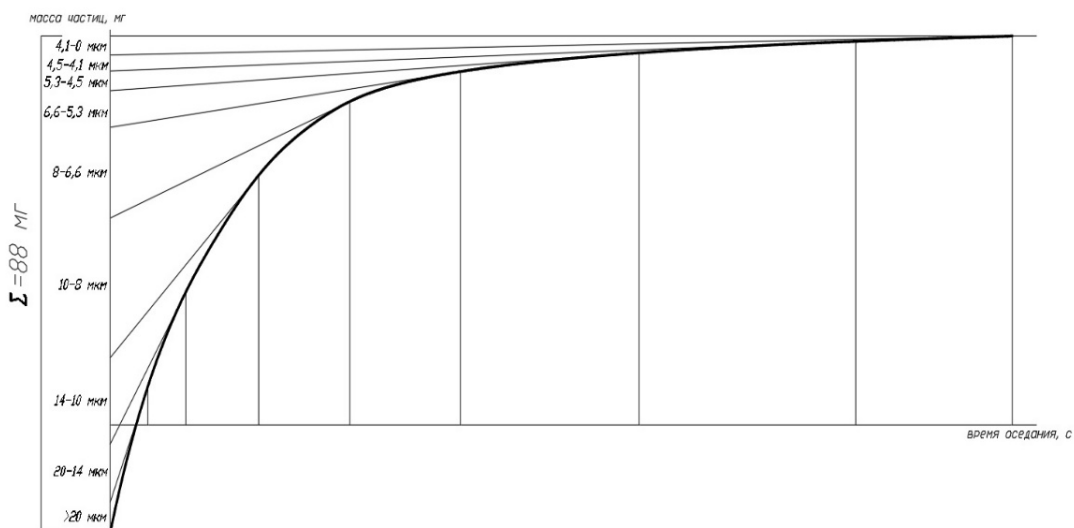


Рис. 2. Седиментационная кривая осаждения частиц глины I

Графическая интерпретация полученных результатов приведена на рис. 3.

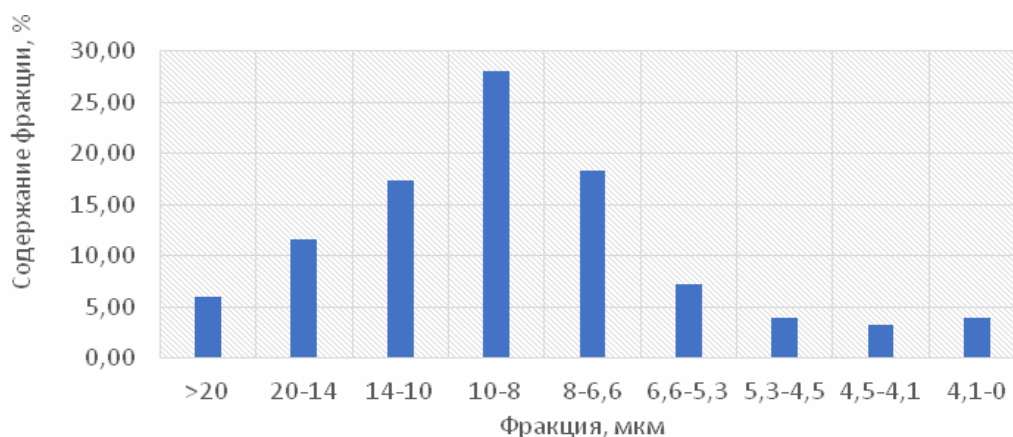


Рис. 3. Гранулометрический состав глины I

Из сравнения экспериментальных данных рис. 2 и 3 видно, что результаты параллельных испытаний глин по методу седиментационного анализа и по методу Козени и Кармана, основанному на газопроницаемости дисперсных материалов, хорошо согласуются и показывают преобладание в глине I фракции 10-8 мм.

Минеральный состав глин оценивали дифференциально-термическим и термогравиметрическим анализом (рис. 4 и 5). Анализ заключался в сравнении полученных экзотермических и эндотермических эффектов с характерными эффектами минералов по справочным данным [4].

Термограмма глины I характеризуется двумя эндотермическими эффектами. Интенсивный эффект с максимумом при 160 °С указывает на потерю адсорбированной и межслоевой воды, что характерно для минералов группы монтмориллонита. Эффект при 590 °С обусловлен дегидратацией минерала – потерей гидроксильной воды. Подобная картина указывает на присутствие минералов группы каолинита (каолинит, галлуазит). Таким образом, глина I является монтмориллонит-каолиновой.

Термограмма образца II характеризуется тремя эндотермическими пиками. Эффект при 160 °С сходен с аналогичным, обнаруженным у глины I. Эндотермический пик при 570-590 °С обусловлен взаимным наложением эффекта фазового α-β-перехода в кварцевых частицах, содержащихся в образце, и эффекта дегидратации глинистых минералов. Эндотермический пик при 880 °С обусловлен разложением содержащегося кальцита. Таким образом, глина II относится к суглинкам монтмориллонит-каолинового состава с примесью кремнезёма и частиц известняка.

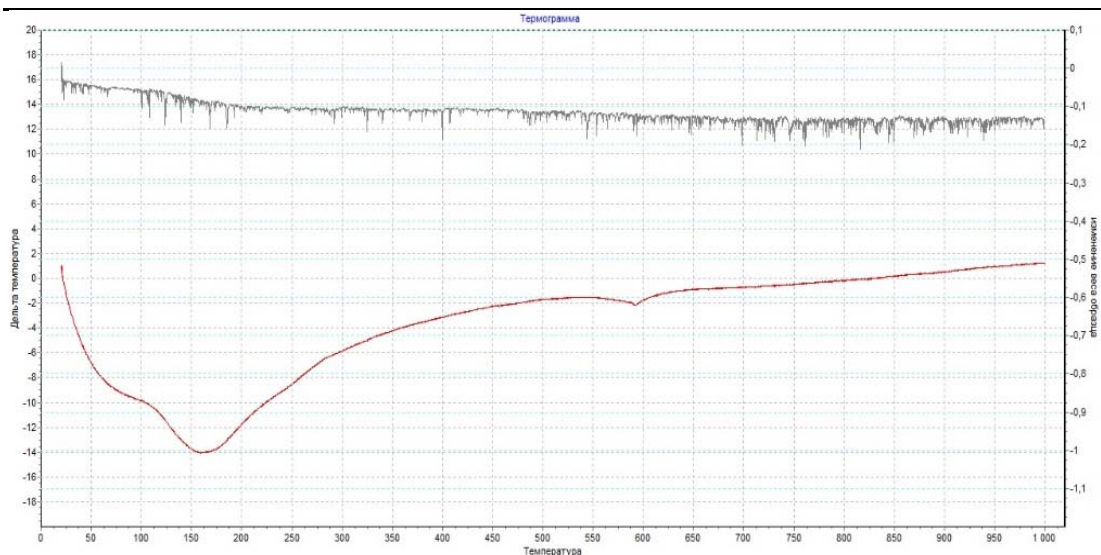


Рис. 4. Дифференциальная термограмма и термогравиметрическая кривая глины I

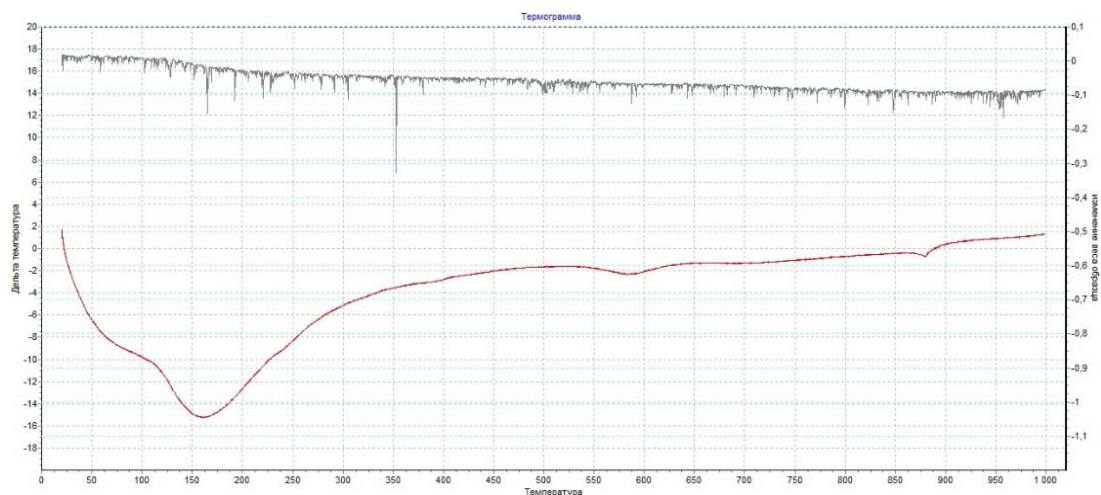


Рис. 5. Дифференциальная термограмма и термогравиметрическая кривая глины II

Физико-химическое взаимодействие глины с водой и электролитами основано на ее способности сорбировать некоторые анионы и катионы, превращая их в обменные. Введение электролитов с одновалентными катионами высвобождает часть ранее иммобилизованной воды, трансформируя ее в свободную с эффектом разжижения системы [5]. Эффективность применения добавок-электролитов для регулирования пластичных свойств печатных масс исследовалась на примере кальцинированной соды (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Экспериментальные составы

Наименование компонентов	Номер состава			
	I	II	III	IV
Глина (I), г	100	100	100	100
Na ₂ CO ₃ , г	0	0,5	1	1,5
Вода, мл	24	24	23,05	23,2

Результаты исследований воздушной усадки образцов при их сушке в естественных условиях представлены на рис. 6 и 7.

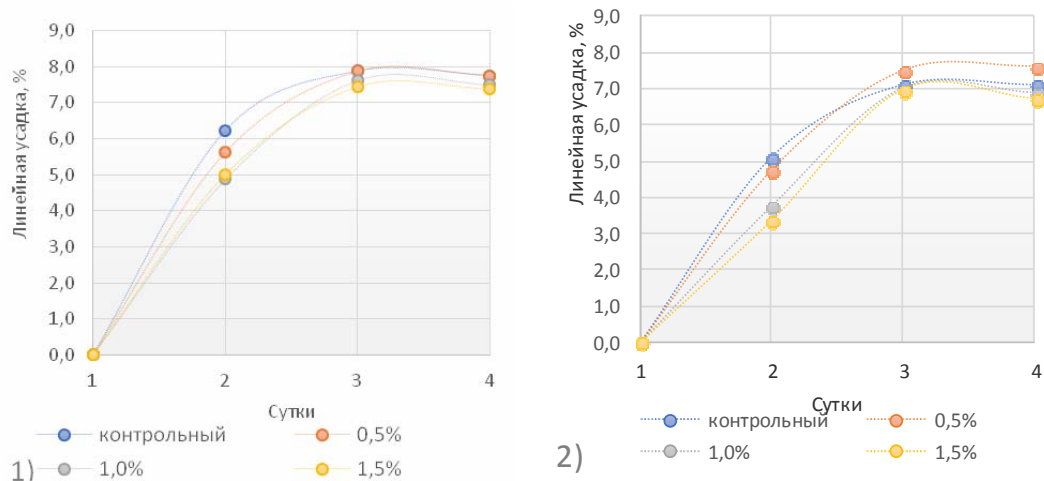


Рис. 6. Зависимость воздушной усадки равнопластичных смесей с различной дозировкой Na_2CO_3 :
1 – образцы-плитки; 2 – образцы-балочки

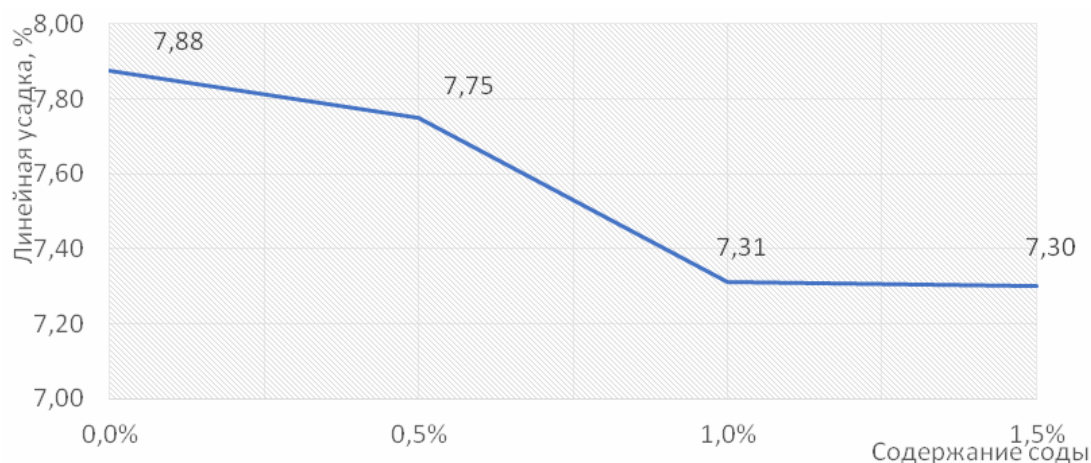


Рис. 7. Воздушная линейная усадка образцов на основе составов I-IV (см. табл. 3)

Согласно экспериментальным данным, оптимальной является дозировка соды, равная 1 % от массы глины. Дополнительно исследовались составы с равной пластичностью на основе суглинка (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Составы на основе суглинка (глина II)

Наименование компонентов	Номер состава	
	Iс	IIс
Глина (II), г	100	100
Сода, г	0	1
Влажность, %	25	24,7
Глубина погружения конуса, мм	4,1	4,0
Максимальная величина усадки, %	8,38	8,25

Согласно табличным данным, составы на основе суглинка характеризуются повышенной величиной усадки в сравнении с глиной. Разжижающее действие соды малозаметно по причине пониженного содержания частиц минералов группы каолинита в составе материала [4, 5]. Воздушную усадку исследовали в зависимости от влажности смеси на составах с добавлением соды в количестве 1 % (табл. 5).

Рецептура составов I-IV

Наименование компонентов	Номер состава			
	1	2	3	4
Глина (I), г	100	100	100	100
Сода, г	1	1	1	1
Влажность, %	22	23	24	25

Результаты экспериментов представлены на рис. 8.

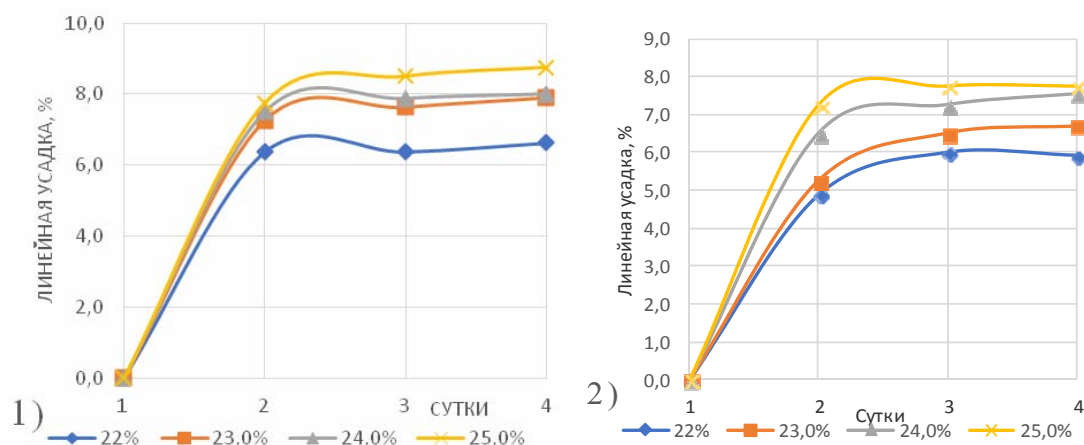


Рис. 8. Воздушная усадка:
1 – образцы-плитки; 2 – образцы-балочки

В ходе экспериментов установлен прямой характер зависимости между влажностью смеси и величиной воздушной усадки при высыхании. Показатели средней плотности (ρ_m) и прочности при сжатии сырца ($R_{сж}$) приведены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Показатели свойств

Свойства	Обозначение состава									
	I	II	III	IV	1	2	3	4	Ic	IIc
$\rho_m, \text{г/см}^3$	2,04	1,91	1,92	1,91	1,91	1,89	1,93	1,91	1,97	2,05
$R_{сж}, \text{МПа}$	7,8	7,9	8,9	8,5	7,6	8,9	8,8	8,7	11,3	11,4

Влияние содержания добавки и начальной влажности формовочной смеси на прочностные свойства сырца представлено на рис. 9.

Из результатов экспериментов видно, что наибольшая прочность достигается при 1 %-й концентрации электролита и влажности керамической массы 23-24 %. Образцы на основе суглинка показывают несколько большую величину $R_{сж}$ сырца, что связано с дисперсностью материала.

Испытания сырца на изгиб производили путем трехосного нагружения образцов небольшого сечения. Это вызвало необходимость претензионного измерения разрушающих усилий. С этой целью была собрана испытательная установка (рис. 10). При ее проектировании учитывали необходимость плавного нагружения испытываемого образца. Это было достигнуто за счёт демпфирующего эффекта от сжатия пружины, передающей нагрузку, создаваемую поворотом рукоятки винтового механизма, через

упорный подшипник на испытательный агрегат. Нагрузка определялась по показаниям электронных весов с точностью 0,2 Н. Испытательный агрегат состоит из основания с двумя цилиндрическими опорами и подвижной пластины с цилиндрическим элементом, движущейся по направляющим. На сконструированном оборудовании была испытана серия образцов состава 3 (табл. 7).

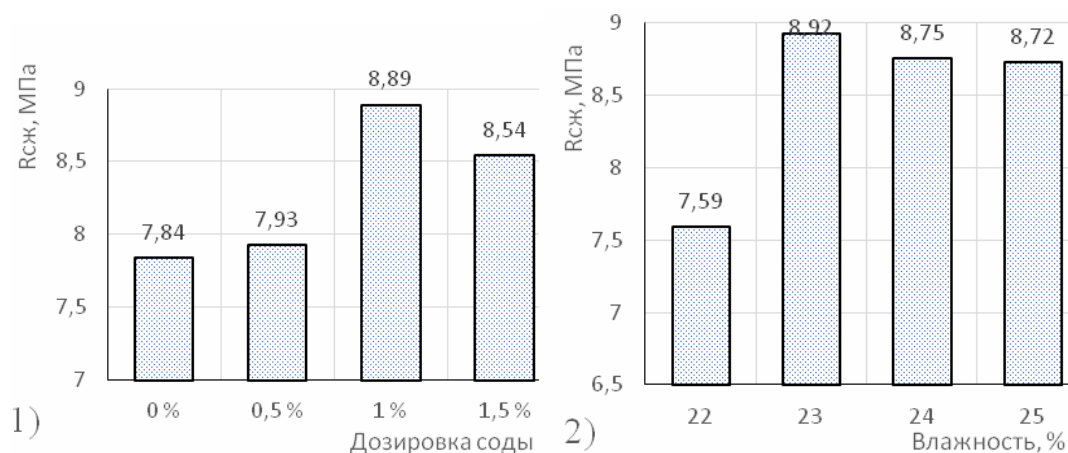


Рис. 9. Зависимости предела прочности при сжатии от дозировки сырьевых компонентов:
1 – соды; 2 – воды

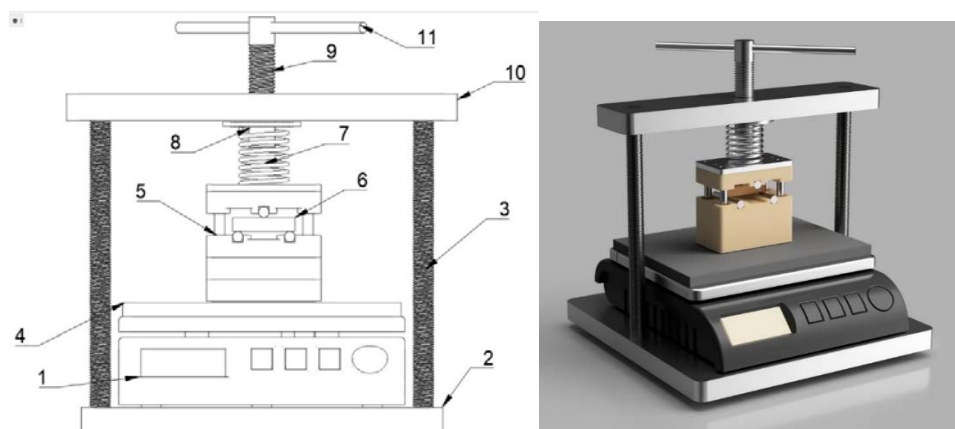


Рис. 10. Схема (слева) и общий вид (справа) конструкции для испытаний керамического сырца на изгиб:
1 – весы; 2 – основание; 3 – резьбовые регулируемые штанги; 4 – демфирующая прокладка;
5 – испытательный агрегат; 6 – испытываемый образец; 7 – пружина сжатия; 8 – упорный подшипник; 9 – зажимной винт; 10 – соединительный элемент; 11 – рукоятка

Т а б л и ц а 7

Результаты испытаний

Наименование показателя	Номер в серии			
	1	2	3	4
Нагрузка, <i>H</i>	63,8	56,2	53,0	55,4
Размеры поперечного сечения, мм:				
высота (<i>h</i>)	9,28	9,29	9,32	9,20
ширина (<i>b</i>)	9,53	9,33	9,51	9,37
Расстояние между опорами, мм	40			
<i>R</i> _{изг} , МПа	4,57	4,10	3,77	4,11

Анализ результатов подтвердил достаточную точность результатов испытаний на изгиб образцов небольших размеров. Это позволяет рекомендовать разработанную установку для проведения поисковых исследований, связанных с рецептурной оптимизацией составов при условии минимизации расхода материала.

Выводы. Результаты экспериментов по определению гранулометрического состава глин различного минерального типа, полученные методом сидементационного анализа, хорошо согласуются с данными измерений на приборе ПСХ-10 (метод газопроницаемости дисперсных материалов), что указывает на релевантность опытных данных.

На примере глин и суглинков монтмориллонит-каолининовой группы показана эффективность применения дифференциально-термического и термогравиметрического анализа для определения минерального типа глинистого сырья, а также входящих в состав карбонатных и кварцевых терригенных примесей.

Установлено, что максимальная прочность достигается при введении добавки Na_2CO_3 в количестве 1 %, а оптимальная влажность массы составляет 23-24 %.

Суглинки следует использовать в составах печатных масс по критерию оптимизации максимальной величины прочности сырца, а глины – по условию минимизации воздушной усадки. Окончательный выбор материала для печатных масс необходимо производить с учетом обжиговых свойств различных типов глинистого сырья.

Список литературы

1. Славчева, Г.С. Строительная 3D-печать: Оперативный метод контроля реологических характеристик смесей / Г.С. Славчева, Е.А. Бритвина, А.И. Ибряева // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2019. – №4. – С.134–143.
2. Береговой, В.А. 3D-принтер для печати строительной керамики / В.А. Береговой, И.Ю. Лавров // Региональная архитектура и строительство. – 2020. – № 1. – С. 32–37.
3. Сваровская, Н.А. Дисперсные системы. Сидементационный анализ суспензий: методические указания к лабораторному практикуму по курсу «Физическая и коллоидная химия» / Н.А. Сваровская, И.М. Колесников, В.А. Винокуров. – М.: Издат. центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. – 46 с.
4. Толкачева, А.С. Общие вопросы технологии тонкой керамики / А.С. Толкачева, И.А. Павлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 184 с.
5. Масленникова, Г.Н. Расчеты в технологии керамики / Г.Н. Масленникова, Ф.Я.Харитонов, И.В. Дубов. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.

References

1. Slavcheva, G.S. Construction 3D printing: An operational method for controlling rheological characteristics of mixtures / G.S. Slavcheva, E.A. Britvina, A.I. Ibryaeva // Bulletin of the FEFU Engineering School. – 2019. – No. 4. – P.134–143.
2. Beregovoy, V.A. 3D printer for printing construction ceramics / V.A. Beregovoy, I.Yu. Lavrov // Regional architecture and engineering. – 2020. – No. 1. – P. 32–37.
3. Swarovskaya, N.A. Dispersed systems. Sedimentation analysis of suspensions: Guidelines for laboratory practice on the course «Physical and colloidal Chemistry» / N.A. Swarovskaya, I.M. Kolesnikov, V.A. Vinokurov. – M.: Publishing Center of Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2014. – 46 p.
4. Tolkacheva, A.S. General issues of fine ceramics technology / A.S. Tolkacheva, I.A. Pavlova. – Ekaterinburg: Ural Publishing House. un-ta, 2018. – 184 p.
5. Maslennikova, G.N. Calculations in ceramics technology / G.N. Maslennikova, F.Ya.Kharitonov, I.V. Dubov. – M.: Stroyizdat, 1991. – 320 p.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Махамбетова Камажай Нурабуллаевна,
кандидат технических наук, доцент
E-mail: knmakhambetova@gmail.com

Кузнецова Алена Александровна,
студентка
E-mail: cuznetsovaalena2712@yandex.ru

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Makhambetova Kamazhay Nurabullayevna,
Candidate of Sciences, Associate Professor
E-mail: knmakhambetova@gmail.com

Kuznetsova Alyona Alexandrovna,
Student
E-mail: cuznetsovaalena2712@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОГО РАСТВОРА

К.Н. Махамбетова, А.А. Кузнецова

Приведены результаты исследования влияния гидрофобизирующих добавок на прочность при сжатии и усадочные деформации цементно-песчаных растворов, применяемых для штукатурных покрытий. Установлено, что исследованные гидрофобизирующие добавки – стеараты цинка и кальция – снижают линейные деформации при высушивании, насыщении водой и замораживании цементно-песчаного раствора, что создает предпосылки для повышения долговечности штукатурки, работающей в неблагоприятных условиях попеременного воздействия воды и сухого воздуха, а также знакопеременных температур.

Ключевые слова: цементно-песчаный раствор, гидрофобизирующие добавки, водопоглощение, прочность при сжатии, влажность, деформация усадки-набухания

STUDY OF WATER-REFOBISING ADDITIVES ON MECHANICAL AND PERFORMANCE PROPERTIES INFLUENCE OF CEMENT AND SAND MORTAR

K.N. Makhambetova, A.A. Kuznetsova

The article presents the results of study the effect of water-repellent additives on the compressive strength and shrinkage deformation of cement-sand mortars used for plaster coatings. It has been established that the studied water-repellent additives – zinc and calcium stearates – reduce linear deformations during drying, saturation with water and freezing of the cement-sand mortar, which creates the prerequisites for increasing the durability of the plaster operating under adverse conditions of alternating exposure to water and dry air, and sign-changing temperatures.

Keywords: cement-sand mortar, water-repellent additives, water absorption, compressive strength, humidity, shrinkage-swelling deformation

Ремонтно-строительные работы по восстановлению штукатурных покрытий зданий и сооружений требуют значительных затрат как ручного труда, так и материалов. В связи с этим повышение долговечности штукатурных покрытий с целью снижения затрат на содержание зданий и повышения срока службы ограждающих конструкций является актуальным.

Важной характеристикой защитных штукатурных покрытий является их водопоглощение, которое оказывает существенное влияние на водостойкость, коррозионную стойкость, морозостойкость, долговечность и другие свойства материалов, в частности теплотехнические [1–4].

Учитывая сложные природные условия различных климатических зон нашей страны, обеспечение достаточной механической прочности стеновых материалов, их повышенной морозостойкости и сохранение пониженного водопоглощения на длительный период является важной задачей. Повреждение штукатурных покрытий происходит в основном под воздействием мороза и влаги. Величина набухания-усадки при водопоглощении и высушивании строительных материалов, эксплуатирующихся в условиях попеременного воздействия воды, сухого воздуха, положительных и отрицательных температур, оказывает определяющее влияние на долговечность штукатурных растворов. В связи с этим представляет интерес исследование влияния современных гидрофобизирующих добавок на кинетику твердения и усадочные деформации цементно-песчаных растворов, применяемых для штукатурных покрытий.

Ранее приведенными исследованиями было установлено, что металлоорганические соединения являются для цементных составов эффективными гидрофобизаторами длительного действия [5–7].

Для экспериментов по снижению водопоглощения при длительном экспонировании в воде и повышению коэффициента длительной водостойкости в качестве объектов исследования были использованы порошкообразные металлические мыла с высокой удельной поверхностью и повышенными водоотталкивающими свойствами – стеараты цинка $(C_{17}H_{35}COO)_2Zn$ и кальция $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca$ со средним размером частиц 3,8 мкм, редиспергируемый порошок BS Pulver AQ700 HC Wacher Silicon. Под металлическими мылами понимаются жирнокислотные соли металлов. Стеариновая кислота является представителем высших предельных одноосновных карбоновых кислот. Углеводородные радикалы в их молекулах содержат неразветвленную цепь из семнадцати атомов углерода, соединенных σ -связями. Интерес к металлическим мылам как к гидрофобизаторам вызван также выявлением их воздействия на кинетические особенности твердения цементных вяжущих и оценкой роли аниона жирной кислоты и катиона на гидрофобизирующие свойства и на формирование прочности цементных систем.

При проведении экспериментальных исследований использовались портландцемент марки ПЦ500-ДО активностью 51,0 МПа производства «Вольскцемент» с удельной поверхностью $S_{уд}=350\text{ м}^2/\text{кг}$ и нормальной плотностью 24,6 %, кварцевый песок Сурского месторождения с наибольшей крупностью частиц 2,5 мм с $M_{кр}=1,54$. Дозировка добавок составляла 2 % от массы цемента.

Исследования проводились на образцах-балочках размерами 40×40×160 мм, изготовленных из цементно-песчаного раствора различных составов с соотношением Ц:П=1:1 при В/Ц=0,32 и Ц:П=1:4 при В/Ц=0,64 и твердевших 3 и 28 суток в естественно-влажностных условиях, а затем подвергшихся испытанию на прочность при сжатии. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Влияние добавок на прочность цементно-песчаного раствора

Соотношения		Вид добавки	Дозировка добавки, %	Прочность при сжатии, МПа через	
Ц:П	В/Ц			3 сут	28 сут
1:1	0,32	Без добавки	–	43,8	57,0
		Стеарат цинка	2	32,8	56,0
		Редиспергируемый порошок BS Pulver AQ700HCWacher Silicon	2	27,4	55,0
1:4	0,64	Без добавки	–	6,8	20,0
		Стеарат цинка	2	6,8	19,2
		Редиспергируемый порошок BSPulver AQ700HCWacher Silicon	2	6,0	17,2

Как видно из данных таблицы, исследованные порошкообразные добавки почти не оказывают влияния на прочность цементно-песчаных растворов, за исключением составов Ц:П=1:1 при В/Ц=0,32, для которых отмечено значительное снижение прочности в возрасте 3 суток.

Исследование усадки при высушивании проводилось на образцах-балочках размерами 40×40×160 мм, изготовленных из цементно-песчаного раствора Ц:П=1:3 при В/Ц=0,54. Образцы твердели в воздушно-влажностных условиях в течение 28 суток. Дозировка добавок составляла 2 % от массы цемента. Были изготовлены следующие составы: контрольные бездобавочные составы при В/Ц=0,54 и В/Ц=0,6, составы с добавками стеаратов цинка и кальция, а также с комплексной добавкой стеарата цинка и 0,3 % катионного флокулянта КФ-91.

Образцы подвергались естественному высушиванию на воздухе в течение 110 суток при влажности 70–80 % и температуре 18–20 °С, затем в течение 107 суток высушивались в эксикаторе над хлоридом кальция при влажности 5–10 % и в течение 7 суток в сушильном шкафу при температуре 105–110°С до постоянной массы. После этого образцы насыщались в течение 112 суток в воде и замораживались в насыщенном водой состоянии при температуре –18°С в течение 21 суток. Результаты исследования деформаций усадки-набухания и изменения влажности образцов приведены на рис. 1, а изменение линейных размеров образцов в конце каждого из перечисленных этапов испытаний – на рис. 2.

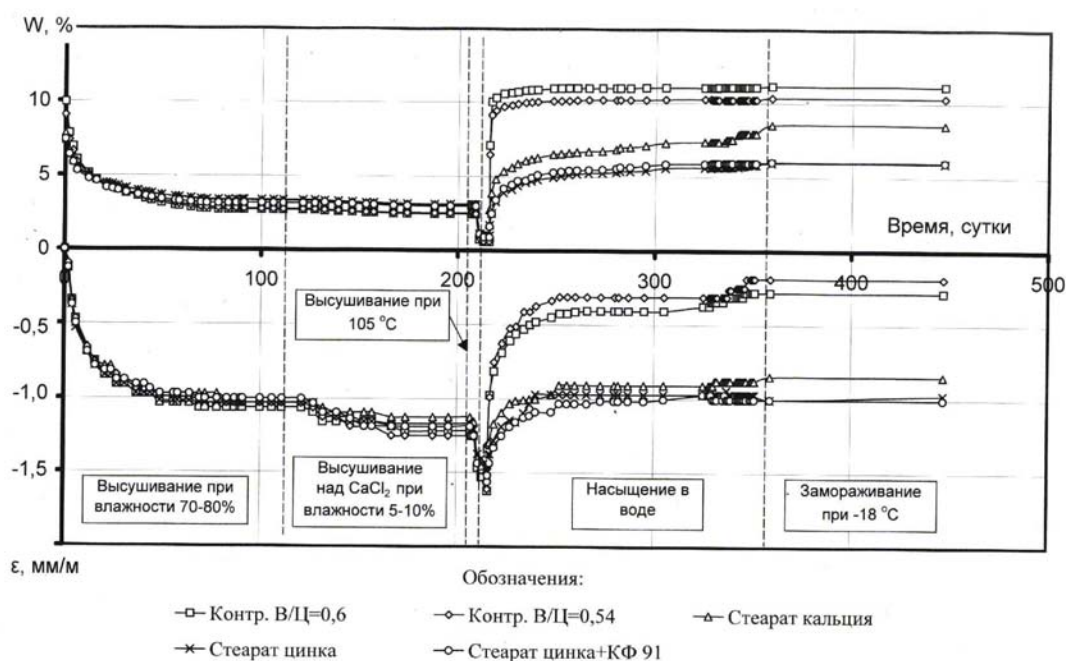


Рис. 1. Зависимость влажности и деформаций усадки-набухания образцов из цементно-песчаного раствора от времени

Как видно из рис. 1 и 2, после высушивания образцов на воздухе, усадочные деформации во всех составах приблизительно равны и составляют 1,00–1,03 мм/м. После высушивания образцов над хлоридом кальция усадка возросла до 1,16–1,25 мм/м, а затем при температуре 105–110 °С увеличилась до 1,5–1,6 мм/м, причем наибольший прирост усадки был отмечен в контрольных составах.

Насыщение образцов в воде привело к последующему уменьшению линейных размеров у контрольного состава до 0,31 мм/м, а у составов с гидрофобизирующими добавками размеры уменьшились не более чем на 10 % по сравнению с начальными (после 28 суток твердения в воде). Замораживание при –18 °С снизило усадочные деформации только в контрольных составах с 0,3 до 0,2 мм/м, а в гидрофобизированных составах усадочные деформации изменились незначительно. Следует

также отметить, что приведенные на рис. 2 изменения размеров образцов характерны для конца длительных периодов сушки, насыщения, замораживания. Продолжительность этих периодов в эксперименте составляла недели или месяцы. С учетом того, что при эксплуатации штукатурок периоды воздействия на них воды или сухого воздуха не превышают по длительности нескольких часов или нескольких дней, эффективность исследованных гидрофобизаторов по уменьшению величин знакопеременных деформаций и расшатывания структуры материала будет значительно выше, чем это следует из графиков, приведенных на рис. 2.

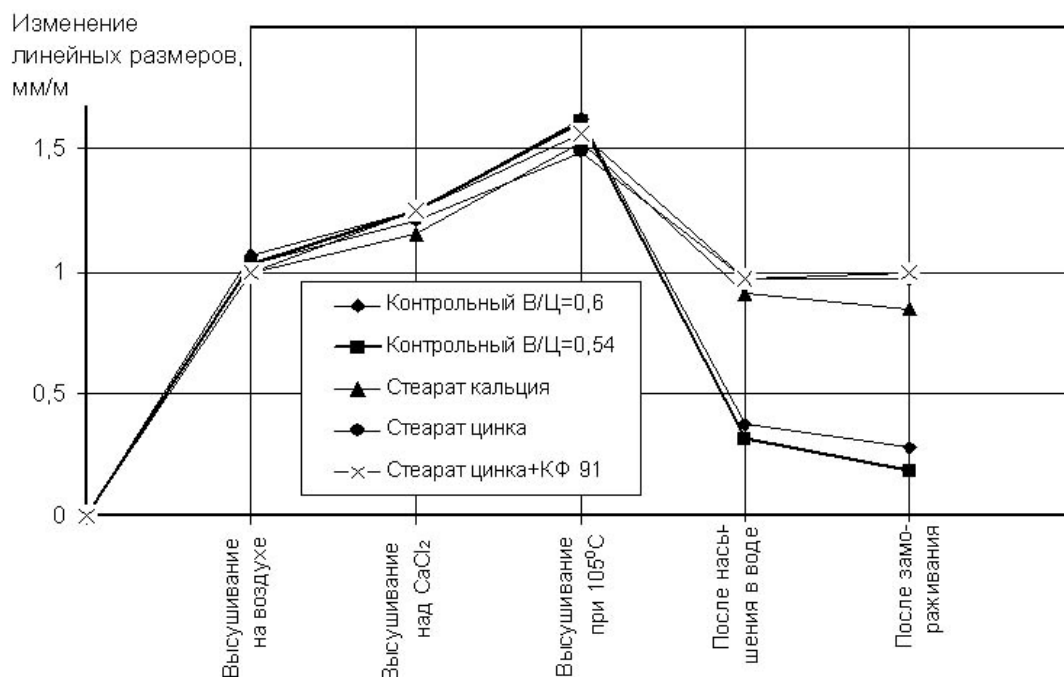


Рис. 2. Влияние гидрофобизирующих добавок на изменение линейных размеров образцов из цементно-песчаного раствора на различных этапах испытаний

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что исследованные гидрофобизирующие добавки – стеараты цинка и кальция – снижают линейные деформации при высушивании, насыщении водой и замораживании цементно-песчаного раствора, что создает предпосылки для повышения долговечности штукатурки, работающей в неблагоприятных условиях попеременного воздействия воды и сухого воздуха, а также знакопеременных температур.

Список литературы

1. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны / В.Г. Батраков. – М.: Стройиздат, 1990. – 400 с.
2. Алексеев, С.Н. Долговечность железобетона в агрессивных средах / С.Н. Алексеев, Ф.М. Иванов, С. Модры, П. Шисль. – М.: Стройиздат, 1990. – 320 с.
3. Добролюбов, В.Г. Прогнозирование долговечности бетона с добавками / В.Г. Добролюбов, В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М.: Стройиздат, 1983. – 212 с.
4. Вербецкий, Г.П. Прочность и долговечность бетона в водной среде / Г.П. Вербецкий. – М.: Стройиздат, 1976. – 315 с.
5. Махамбетова, К.Н. Гидрофобизированные сухие смеси для строительных растворов со стеаратами металлов / К.Н. Махамбетова, В.И. Калашников, М.Н. Мороз // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2008. – №2 (10). – С. 44–50.
6. Махамбетова, К.Н. Влияние катиона металлов стеаратов на водостойкость и прочность цементного раствора / К.Н. Махамбетова, М.Н. Мороз, В.М. Тростянский, И.А. Горюнов // Сырьевые ресурсы регионов и производство на их основе

строительных материалов: сборник статей всероссийской научно-технической конференции. – Пенза: ПДЗ, 2007. – С. 234–236.

7. Махамбетова, К.Н. Высокогидрофобные сухие смеси для строительных растворов, модифицированных стеаратом цинка / К.Н. Махамбетова // Сборник статей международной научно-технической конференции «Композиционные строительные материалы. Теория и практика», посвященной 50-летию Пензенского ГУАС. – Пенза, 2008. – С. 228–236.

References

1. Batrakov, V.G. Modified concrete / V.G. Batrakov. – М.: Stroyizdat, 1990. – 400p.
2. Alekseev, S.N. Durability of reinforced concrete in aggressive environments / S.N. Alekseev, F.M. Ivanov, S. Modry, P. Shissl. – М.: Stroyizdat, 1990. – 320p.
3. Dobrolyubov, V.G. Forecasting the durability of concrete with additives / V.G. Dobrolyubov, V.B. Ratinov, T.I. Rosenberg. – М.: Stroyizdat, 1983. – 212 p.
4. Verbetsky, G.P. Strength and durability of concrete in an aqueous environment / G.P. Verbetsky. – М.: Stroyizdat, 1976. – 315 p.
5. Makhambetova, K.N. Hydrophobized dry mixes for building mortars with metal stearates / K.N. Makhambetova, V.I. Kalashnikov, M.N. Moroz // Scientific Bulletin of VGASU. Construction and architecture. – 2008. – No. 2 (10). – P. 44–50.
6. Makhambetova, K.N. The influence of the metal cation of stearates on the water resistance and strength of cement mortar / K.N. Makhambetova, M.N. Moroz, V.M. Trostyansky, I.A. Goryunov // Raw materials of regions and production of building materials based on them: collection of articles of the All-Russian Scientific and Technical Conference. – Пенза: PDZ, 2007. – P. 234–236.
7. Makhambetova, K.N. Highly hydrophobic dry mixes for building mortars modified with zinc stearate / K.N. Makhambetova // Collection of articles of the international scientific and technical conference «Composite building materials. Theory and Practice», dedicated to the 50th anniversary of Penza GUAS. – Пенза, 2008. – P. 228–236.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Снадин Евгений Валерьевич,
кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры «Городское
строительство и архитектура»

Береговой Виталий Александрович,
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Технологии строительных
материалов и деревообработки»

Языкеев Алексей Владимирович,
аспирант

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Snadin Evgeny Valerievich,
Candidate of Sciences, Senior lecturer of the
department «Urban building and architecture»

Beregovoy Vitaly Aleksandrovich,
Doctor of Sciences, Professor, Head of the
department «Building materials and woodworking
technology»

Yazykeyev Aleksey Vladimirovich,
Postgraduate

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СИЛИЦИТОВ В ТЕХНОЛОГИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА ЖИДКОГО СТЕКЛА

Е.В. Снадин, В.А. Береговой, А.В. Языкеев

Показана возможность реализации малоэнергоемкой технологии синтеза жидкого стекла на основе тонкомолотой природной опоки при температурах, не превышающих 150 °С. Разработан режим получения жидкого стекла, включающий рационально подобранные параметры времени, температуры и давления. Установлена зависимость объемного выхода жидкого стекла, получаемого способом прямого растворения природной опоки в щелочном растворе, от времени автоклавной обработки.

Ключевые слова: жидкое стекло, щелочной активатор, формовочная смесь, природная опока

THE USE OF NATURAL SILICITES IN THE TECHNOLOGY OF LOW-TEMPERATURE SYNTHESIS OF LIQUID GLASS

E.V. Snadin, V.A. Beregovoy, A.V. Yazykeev

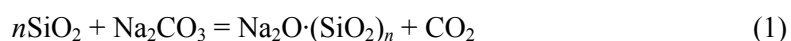
The possibility of implementing a low-energy technology for the synthesis of liquid glass based on finely ground natural gaize at temperatures not exceeding 150° C is shown. A mode for producing liquid glass has been developed, including rationally selected parameters of time, temperature and pressure. The dependence of the volumetric yield of liquid glass obtained by direct dissolution on the time of autoclave treatment is established.

Keywords: liquid glass, alkaline activator, molding mixture, natural gaize

Жидкое стекло является эффективным и экологически безопасным вяжущим веществом, широко применяемым в производстве клеев, силикатных красок, кислотоупорных и жаростойких строительных материалов. Промышленный способ производства жидкого стекла предусматривает двухступенчатый технологический процесс. На первом этапе исходную смесь спекают в первичный продукт (силикат-глыбу), который затем растворяют в воде с помощью автоклавной обработки. Процесс варки силикат-глыбы продолжается 7-10 часов и является энергоемким. Средний расход условного топлива на 1 кг готового продукта достигает 450 кг.

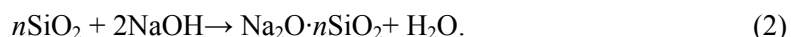
В результате сплавления кварцевого песка и щелочесодержащих компонентов (кальцинированная сода, поташ, сульфат натрия) при температурах свыше 1000°С

образуется безводный силикат натрия. Для молотого кварцевого песка и соды данный процесс описывается следующей реакцией [1, 2]:



Второй способ получения натриевого жидкого стекла ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) является менее энергоемким. Он предусматривает прямое растворение кремнеземсодержащего материала в едких щелочах без необходимости высокотемпературного нагрева. Такой подход обеспечивает многократную экономию тепловой энергии [1, 3] в сравнении с двухступенчатой технологией производства жидкого стекла.

При кипячении эквимолекулярных количеств аморфного кремнезема, входящего в состав кремнистой горной породы, с водным раствором гидроксида натрия образуется коллоидный раствор метасиликата натрия по реакции



Для обоснования перечня оптимальных видов сырья целесообразно рассматривать те виды кремнеземсодержащих пород, состав которых характеризуется преобладанием аморфного кремнезема, проявляющего наибольшую активность в химических процессах.

В базовом составе сырьевой смеси в качестве щелочного компонента использовали NaOH , а источником аморфного кремнезема являлась микропористая опал-кристобалитовая порода – кремнистая опока Сурского месторождения Пензенской области. Для улучшения вяжущих свойств жидкого стекла за счет повышения показателя растворимости горной породы проводили механоактивацию опоки путем измельчения в шаровой мельнице до удельной поверхности частиц $500 \dots 800 \text{ м}^2/\text{кг}$. По экспериментальным данным, содержание аморфного кремнезема в использованной горной породе варьировалось в диапазоне 60-66 %.

Синтез вяжущего вещества осуществляли в лабораторной установке, состоящей из сушильного шкафа, внутрь которого помещались герметичные толстостенные стальные цилиндры-автоклавы с обрабатываемой сырьевой массой. Соотношение компонентов бралось из расчёта получения жидкого стекла с силикатным модулем $3,0 \dots 3,5$. Общая продолжительность процесса синтеза составляла 5 часов ($T_{\text{max}}=150 \text{ }^\circ\text{C}$, $P_{\text{max}}=0,3 \dots 0,4 \text{ МПа}$) [4, 5]. График режима получения жидкого стекла из опочно-щелочной сырьевой массы приведен на рис. 1.

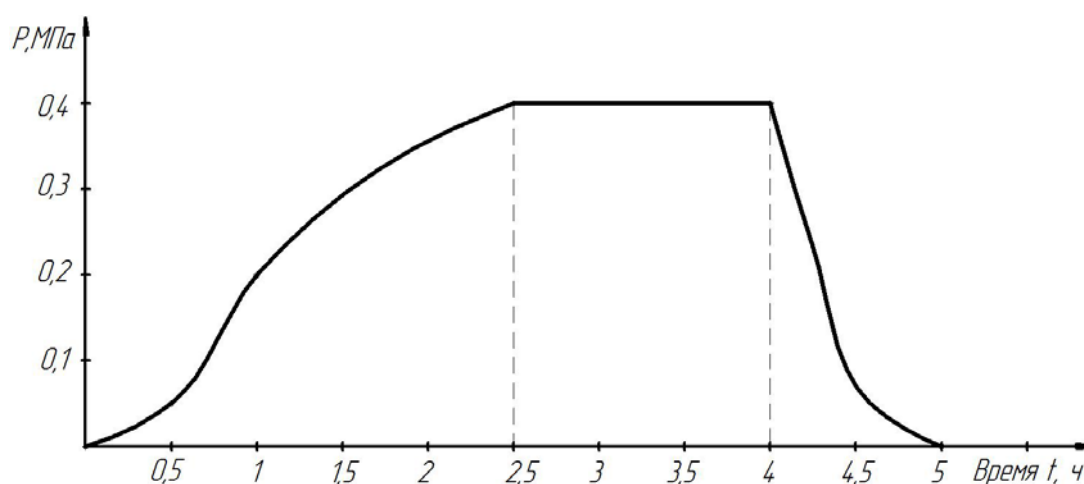


Рис. 1. Низкотемпературный режим получения жидкого стекла из опочно-щелочной массы

В результате исследований получены данные по количеству прореагировавшего кремнезема в зависимости от продолжительности автоклавной обработки и степени измельчения опоки (рис. 2).

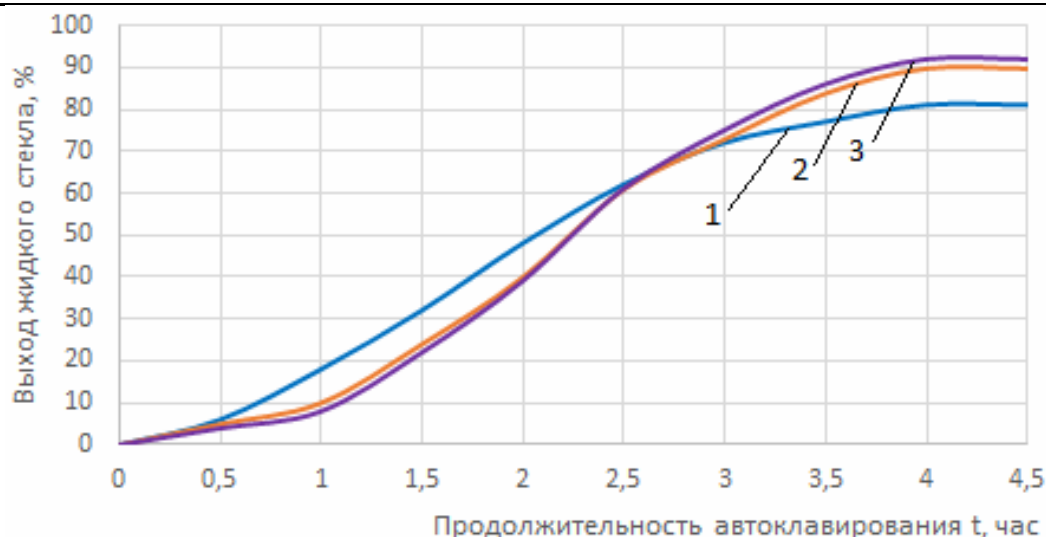


Рис. 2. Влияние степени измельчения опоки (по величине удельной поверхности) на эффективность синтеза жидкого стекла:
1 – 500 м²/кг; 2 – 650 м²/кг; 3 – 800 м²/кг

По итогам опытов установлено, что увеличение удельной поверхности частиц опоки закономерно приводит к повышению эффективности растворения кремнезема. Влияние удельной поверхности частиц на скорость выхода кремнезёма опоки в щелочной раствор при автоклавной обработке описывается уравнением, характерным для гетерогенного химического процесса:

$$v = \frac{S_{уд} D_f}{h} \cdot (C_{max} - C_{\tau}), \quad (3)$$

где $S_{уд}$ – удельная поверхность частиц, м²/кг; D_f – коэффициент диффузии, м²/с; h – высота слоя переменной концентрации, м; C_{max} и C_{τ} – максимальная и текущая концентрация кремнезёма в растворе.

После анализа экспериментальных данных значение удельной поверхности 650 м²/кг принято в качестве оптимального. Дальнейшее увеличение этого показателя не сопровождалось пропорциональным ростом выхода жидкого стекла, но существенно повышало энергозатраты на помол. Так, при $S_{уд}=650$ м²/кг выход готового продукта составил 90 %, а при $S_{уд}=800$ м²/кг – не превышал 92 %.

Причинами ускоренного выхода жидкого стекла в первые 2 часа автоклавной обработки из частиц опоки с меньшей удельной поверхностью, по-видимому, являются частичное агрегатированные мелких частиц, а также возможный намол на их поверхности материала мелющих шаров.

Состав и характеристики жидкого стекла, полученного из сурской опоки, представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Сырьевой состав и показатели свойств жидкого стекла

Содержание сырьевых компонентов, %			Силикатный модуль	ρ , г/см ³	Характеристика	
опока	NaOH	вода			расплаиваемость	описание
55,6	18,5	25,9	3,0...3,5	1,60	нет	вязкая масса серого цвета

Одной из перспективных областей использования жидкостекольных связующих является изготовление песчаных форм для заливки металлических расплавов. Оценку качества связующего для производства литейных форм проводили по показателю прочности на сжатие контрольных образцов с наполнителем в виде кварцевого песка.

Перед испытанием материал выдерживали в форме в течение 11 часов, а затем освобождали из форм и высушивали при температуре 60 °С. Результаты испытаний приведены в табл. 2. Для сравнения даны результаты испытаний образцов аналогичного состава, изготовленных с применением натриевого жидкого стекла заводского изготовления (ГОСТ 13078-81).

Т а б л и ц а 2

Показатели свойств жидкого стекла

Показатель	Жидкое стекло	
	промышленный аналог	разработанное
Силикатный модуль, ед.	3,3	3,3
Средняя плотность ρ , г/см ³	1,66	1,60
Прочность на сжатие $R_{сж}$, МПа	14,4	15,6

Выводы. Анализ данных показывает, что жидкое стекло, синтезированное из природной кремнистой опоки способом прямого растворения, превосходит промышленный аналог по показателю связующей способности.

Полученное жидкое стекло имеет серый цвет, поэтому целесообразно его использовать в производстве литейных форм, а также жаростойких и теплоизоляционных бетонов или растворов.

Список литературы

1. Тарасова, И.Д. Низкотемпературный синтез жидкого стекла и получение теплоизоляционных материалов на его основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук / И.Д. Тарасова. – Белгород, 2008.
2. Везенцев, А.И. Энергосберегающий синтез нанодисперсного аморфного силиката натрия для производства жидкого стекла / А.И. Везенцев, И.Д. Тарасова, Е.Л. Проскурина, А.П. Польшин // Стекло и керамика. – 2008. – № 8. – С. 3–7.
3. Обзор рынка силикат-глыбы и жидкого стекла в РФ и СНГ: инфомайн. – М., 2019. – 160 с.
4. Береговой, В.А. Быстротвердеющие технологические связки на основе природных опок / В.А. Береговой, Е.В. Снадин, А.Н. Калужников // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2017. – № 4(11). – С. 206–212.
5. Береговой, В.А. Использование технологических масс на основе химически активированного природного сырья в производстве ячеистого стекла / В.А. Береговой, Е.В. Снадин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2017. – № 3(699). – С. 24–30.

References

1. Tarasova, I.D. Low-temperature synthesis of liquid glass and obtaining heat-insulating materials based on it: abstract of the dissertation of candidate of sciences. – Belgorod, 2008.
2. Vezentsev, A.I. Energy-saving synthesis of nanodispersed amorphous sodium silicate for the production of water glass / A.I. Vezentsev, I.D. Tarasova, E.L. Proskurin, A.P. Pol'shin // Glass and ceramics. – 2008. – № 8. – P. 3–7.
3. Overview of the market for silicate lumps and liquid glass in the Russian Federation and the CIS: infomine – M., 2019. – 160 p.
4. Beregovoy, V.A. Fast-hardening technological binders based on natural flasks / V.A. Beregovoy, E.V. Snadin, A.N. Kaluzhnikov // Education and science in the modern world. Innovation. – 2017. – № 4 (11). – P. 206–212.
5. Beregovoy, V.A. The use of technological masses based on chemically activated natural raw materials in the production of cellular glass / V.A. Beregovoy, E.V. Snadin // News of higher educational institutions. Construction. – 2017. – № 3 (699). – P. 24–30.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Хвастунов Виктор Леонтьевич,
доктор технических наук, профессор
E-mail: techbeton@pguas.ru

Махамбетова Камажай Нурабуллаевна,
кандидат технических наук, доцент
E-mail: knmakhambetova@gmail.com

Хвастунов Алексей Викторович,
кандидат технических наук, директор
проектно-конструкторского бюро «Зодчий»
E-mail: alexey_pnz@mail.ru

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Khvastunov Viktor Leontievich,
Doctor of Sciences, Professor
E-mail: techbeton@pguas.ru

Makhambetova Kamazhay Nurabullayevna,
Candidate of Sciences, Associate Professor
E-mail: knmakhambetova@gmail.com

Khvastunov Alexey Viktorovich,
Candidate of Sciences, director of the design and
construction Bureau «Zodchiy»
E-mail: alexey_pnz@mail.ru

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ГИГРОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОПОЧНО-ШЛАКОВЫХ КОМПОЗИТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ И УСКОРЯЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

В.Л. Хвастунов, К.Н. Махамбетова, А.В. Хвастунов

Представлены результаты исследования свойств опочно-шлаковых смесей, активизированных щелочным раствором и модифицированных пластифицирующими и ускоряющими добавками. Установлено, что путем целенаправленного воздействия на опочно-шлаковые композиции технологическими приемами, рецептурой, модифицирующими добавками можно получать водостойкие композиты с необходимыми прочностными характеристиками.

Ключевые слова: опочно-шлаковое вяжущее, темно-серая опока, светло-серая опока, шлак, пластифицирующая добавка, ускоряющая добавка, щелочной раствор, плотность, прочность при сжатии, водопоглощение, коэффициент водостойкости

MECHANICAL AND HYGROMETRIC PROPERTIES OF SLAG GELL COMPOSITES MODIFIED WITH PLASTICIZER AND ACCELERATING ADDITIVES

V.L. Khvastunov, K.N. Makhambetova, A.V. Khvastunov

The article presents the results of researching the properties of slag mixtures activated with an alkaline solution and modified with plasticizing and accelerating additives. It has been established that by purposefully influencing flask-slag compositions with technological methods, formulations, modifying additives, it is possible to obtain waterproof composites with the necessary strength characteristics.

Keywords: flask-slag binder, dark gray flask, light gray flask, slag, plasticizing additive, accelerating additive, alkaline solution, density, compressive strength, water absorption, water resistance coefficient

Композиционные строительные материалы на основе промышленных отходов и местного сырья – эффективные конструкционные, конструкционно-теплоизоляционные и отделочные материалы. К ним относятся глиношлаковые, карбонатношлаковые материалы, которые могут быть использованы для производства изделий различного назначения – фундаментов, стеновых блоков, кирпича, дорожных материалов и т.д.

Сотрудниками кафедры «Технология строительных материалов и деревообработки» проведены многочисленные исследования и разработаны материалы на основе минеральношлаковых, карбонатношлаковых, глиношлаковых и геополимерных вяжущих [1–9]. Целью настоящих исследований является изучение свойств смесей молотых опок с гранулированным молотым шлаком, активизированных щелочным раствором и модифицированных пластифицирующими и ускоряющими добавками. Для сравнения использовались две опоки одного месторождения с различной плотностью. Одна из этих опок имела темно-серый цвет, плотность в куске 1790 кг/м³ и состояла из окремнелой разновидности опала; вторая опока – светло-серая, с плотностью 1330 кг/м³, её состав представлен сильно аморфным неупорядоченным опалом. Опытные образцы изготавливались способом прессования при удельном давлении 15 МПа. В опочно-шлаковые смеси вводился щелочной активизатор твердения в количестве 2 % от массы вяжущего, а формовочная влажность композиций принималась равной 14 %. Изготовленные образцы-кубики размерами 30×30×30 мм хранились в нормально-влажностных условиях для изучения кинетики набора прочности на сжатие опочно-шлаковых композиций при различных массовых соотношениях.

Результаты проведенных экспериментов представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Физико-механические показатели опочно-шлаковых композиций после 28-суточного твердения

№ п/п	Вид материала	Компоненты смеси, массовая часть	Средняя прочность при сжатии, МПа, в возрасте					в сухом состоянии	в водонасыщенном состоянии	Коэффициент водостойкости
			3 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.				
1	Темно-серая опока	опока:шлак=0:1	8,8	17,3	19,5	29,1	51,1	36,8	0,72	
2		опока:шлак=1:3	7,6	11,0	13,0	33,1	55,6	45,8	0,82	
3		опока:шлак=1:1	2,0	2,3	2,8	5,1	40,9	28,6	0,70	
4		опока:шлак=3:1	0,1	0,5	0,7	2,5	35,7	6,4	0,18	
5		опока:шлак=1:0	0,09	0,3	0,4	0,6	1,3	-	-	
6	Светло-серая опока	опока:шлак=1:3	9,2	14,5	17,0	30,6	34,4	25,6	0,74	
7		опока:шлак=1:1	0,5	1,9	3,7	4,4	10,2	7,04	0,69	
8		опока:шлак=3:1	0,3	1,3	2,0	2,9	13,1	1,8	0,14	

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает, что добавление темно-серой опоки при соотношении смеси опока:шлак = 1:3 способствует повышению прочности в 28-суточном возрасте опочно-шлаковых образцов на 13,8 %. Одним из важнейших показателей исследуемых образцов является коэффициент водостойкости, который также оказался более высоким при добавлении опоки в смесь (опока:шлак=1:3). Это свидетельствует об образовании водонерастворимых соединений в опочно-шлаковых системах при нормальной температуре.

С целью выявления влияния времени твердения на кинетику набора прочности и коэффициент водостойкости опочно-шлаковых композиций аналогичные испытания были проведены через 180 суток их хранения в указанных условиях. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Полученные результаты отражают кинетику набора прочности опочно-шлаковых композитов, которая увеличилась за 180-суточный период в сухом состоянии на 20,7–76,3 % по сравнению с 28-суточным возрастом, причем высокий коэффициент водостойкости, равный 0,72–0,87, подтвердил положительное влияние опоки на сохранение водостойкости опочно-шлаковой матрицы при 30–50 %-м содержании опок.

В длительные сроки твердения, как и в нормативные, составы из темно-серой опоки превзошли по прочности на сжатие и по коэффициенту размягчения образцы из светло-серой. Это, очевидно, связано с различной плотностью и пористостью этих опок. О повышенной пористости образцов опочно-шлаковых композитов с применением светло-серой опоки свидетельствуют данные об их водопоглощении: оно на 30

% больше у составов на светло-серой опоке, чем у составов на темно-серой, а также увеличен на 7 % объем отпрессованных образцов из одинаковых навесок.

Т а б л и ц а 2

Физико-механические показатели опочно-шлаковых композиций
после 180-суточного твердения

№ п/п	Вид материала	Компоненты смеси, масс. часть	Водопоглощение, %	Плотность в сухом состоянии, г/см ³	Средняя прочность при сжатии, МПа, в возрасте 180 суток		Коэффициент водостойкости	Пористость, %
					в сухом состоянии	в водонасыщенном состоянии		
1	Темно-серая опока	опока:шлак=0:1	15,4	1,88	90,1	70,8	0,79	15,2
2		опока:шлак=1:3	20,6	1,68	71,1	61,6	0,87	
3		опока:шлак=1:1	24,5	1,54	70,1	50,9	0,73	
4		опока:шлак=3:1	31,3	1,38	43,1	14,3	0,33	
5		опока:шлак=1:0	разрушился		1,21	3,3	разрушился	
6	Светло-серая опока	опока:шлак=1:3	23,2	1,63	58,7	48,9	0,83	37,9
7		опока:шлак=1:1	29,6	1,46	44,2	31,9	0,72	
8		опока:шлак=3:1	41,0	1,26	7,8	2,0	0,26	

С целью изучения влияния пластифицирующей добавки отработанных нативных растворов олеандомицитина (ОНРО) и леворина (ОНРЛ) на формирование ранней прочности опочно-шлаковых смесей были проведены эксперименты. Контрольной была опочно-шлаковая смесь с соотношением опока:шлак = 40:60 при водовязущем отношении (В/В), равном 0,38. Дозировка добавок была принята одинаковой для всех составов и составляла 0,15 % от массы вяжущего. Диаметр расплыва смесей, определяемый на встряхивающем столике, был равен 120 мм. Влияние добавок на прочность при сжатии оценивалось на образцах-кубах размерами 30×30×30 мм, изготовленных виброформованием смесей и твердевших 1, 3, 7 суток в камере нормального твердения. Результаты экспериментов представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Влияние добавок на прочность при сжатии опочно-шлакового композита

№ п/п	Компоненты смеси, масс. часть	В/В	Вид добавок и их содержание, % от массы вяжущего				Средняя прочность при сжатии, МПа, в возрасте		
			С-3	ОНРО	ОНРЛ	Na ₂ SO ₄	1 сут.	3 сут.	7 сут.
1	опока:шлак=40:60	0,38	-	-	-	-	8,1	24,0	28,9
2	опока:шлак=40:60	0,41	0,15	-	-	-	4,5	19,5	19,8
3	опока:шлак=40:60	0,36	-	0,15	-	-	5,8	19,6	21,5
4	опока:шлак=40:60	0,35	-	-	0,15	-	5,8	19,9	23,1
5	опока:шлак=40:60	0,30	-	-	-	-	9,2	23,1	-
6	опока:шлак=40:60	0,30	-	-	0,15	0,8	12,15	27,4	-

Из данных табл. 3 видно, что все образцы с добавками уступают по прочности контрольным образцам во все временные промежутки; очевидно, что добавки блокируют процесс твердения. Положительный результат пластифицирования показала добавка ОНРЛ, которая позволила снизить водовязущее отношение до 0,30, в то время как суперпластификатор С-3 увеличил водовязущее отношение до 0,41. В щелочной среде действие малых добавок суперпластификатора С-3 нейтрализуется.

По данным табл. 3 можно сделать вывод о том, что с целью повышения прочности при сжатии образцов в начальные сроки твердения вместе с пластифицирующими добавками нужно вводить в смесь ускорители твердения. Данные, полученные на составах 5 и 6, свидетельствуют о том, что предположение об увеличении начальной прочности за счет введения ускоряющих добавок подтвердилось и для опочно-

шлакового вяжущего: на первые сутки образцы на опочно-шлаковом вяжущем при водовяжущем отношении В/В=0,3 превзошли контрольные составы по прочности на сжатие на 32,1 %, а на 3 сутки – на 18,6 %.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтвердили гипотезу о том, что путем целенаправленного воздействия на безобжиговые опочно-шлаковые композиции технологическими приемами, рецептурой, модифицирующими добавками можно получать водостойкие композиты с необходимыми прочностными характеристиками.

Список литературы

1. Хвастунов, В.Л. Экспериментально-теоретические основы получения композиционных вяжущих и строительных материалов из шлаков и высокодисперсных горных пород: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.Л. Хвастунов. – Пенза: ПГУАС. 2005. – 48 с.
2. Хвастунов, В.Л. Новые геополимерные материалы из горных пород, активизированные малыми добавками шлака и щелочей / В.Л. Хвастунов, В.И. Калашников, А.А. Карташов, Р.Н. Москвин [и др.] // Материалы VIII академических чтений «Современное состояние и перспективы развития строительных материаловедения». – Самара, 2004. – С. 205–210.
3. Хвастунов, В.Л. Формирование прочности карбонатношлаковых и каустифицированных вяжущих: монография, деп. в ФГУП ВНИИТПИ / В.Л. Хвастунов, В.И. Калашников, Р.Н. Москвин. – М., 2003. – Вып. 1, 97 с.
4. Хвастунов, В.Л. Карбонатношлаковые композиционные строительные материалы: монография, деп. в ФГУП ВНИИТПИ / В.Л. Хвастунов, В.И. Калашников, О.Л. Викторова. – М., 2003. – Вып. 1, 147 с.
5. Хвастунов, В.Л. Сравнительная оценка виброуплотненного и вибропрессованного глиношлакового и карбонатношлакового безобжигового кирпича различного назначения: монография, деп. в ФГУП ВНИИТПИ / В.Л. Хвастунов, В.И. Калашников, А.А. Карташов. – М., 2003. – Вып. 1, 115 с.
6. Хвастунов, В.Л. Эффективный жаростойкий материал на основе модифицированного глиношлакового вяжущего: монография, деп. в ФГУП ВНИИТПИ / В.Л. Хвастунов, В.И. Калашников, Р.В. Тарасов. – М., 2002. – Вып. 1, 103 с.
7. Хвастунов, В.Л. Модификация минеральных композиций активаторами твердения и пластифицирующими добавками / В.Л. Хвастунов, В.И. Калашников, Н.И. Макридин [и др.] // Материалы VII Академических чтений РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения». Ч.1. – Белгород, 2001. – С. 183–190.
8. Хвастунов, В.Л. Глиношлаковые материалы: монография / В.Л. Хвастунов, В.И. Калашников, В.Ю. Нестеров, П.Г. Комохов [и др.]. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 208 с.
9. Калашников, В.И. Методология получения геосинтетических и геослаковых композиционных строительных материалов на основе осадочных силицитовых горных пород: монография / В.И. Калашников, Ю.В. Грачева, К.Н. Махамбетова. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 120 с.

References

1. Khvastunov, V.L. Experimental and theoretical foundations of obtaining composite binders and building materials from slags and highly dispersed rocks: abstract of the dissertation of Doctor of Sciences / V.L. Khvastunov. – Penza: PGUAS, 2005. – 48 p.
2. Khvastunov, V.L. New geopolymer materials from rocks activated by small additives of slag and alkalis / V.L. Khvastunov, V.I. Kalashnikov, A.A. Kartashov, R.N. Moskvina [etc.] // Materials of the VIII academic readings «Current state and prospects of development of building materials science». – Samara, 2004. – P. 205–210.
3. Khvastunov, V.L. Formation of the strength of carbonate-slag and causticated binders: monograph, dep. at the All-Russian State Research Institute for Problems of Scientific and

Technological Progress and Information in Construction / V.L. Khvastunov, V.I. Kalashnikov, R.N. Moskvina. – M., 2003. – Issue 1, 97p.

4. Khvastunov, V.L. Carbonate-slag composite building materials: monograph, dep. at the All-Russian State Research Institute of Problems of Scientific and Technical Progress and Information in Construction / V.L. Khvastunov, V.I. Kalashnikov, O.L. Viktorova. – M., 2003. – Issue 1, 147 p.

5. Khvastunov, V.L. Comparative evaluation of vibrocompacted and vibropressed clay-slag and carbonate-slag unfired bricks for various purposes: monograph, dep. at the All-Russian State Research Institute of Problems of Scientific and Technological Progress and Information in Construction / V.L. Khvastunov, V.I. Kalashnikov, A.A. Kartashov. – M., 2003. – Issue 1, 115 p.

6. Khvastunov, V.L. An effective heat-resistant material based on a modified clay-slag binder: monograph, deposited at the All-Russian State Research Institute for Problems of Scientific and Technological Progress and Information in Construction / V.L. Khvastunov, V.I. Kalashnikov, R.V. Tarasov. – M., 2002. – Issue 1, 103 p.

7. Khvastunov, V.L. Modification of mineral compositions by hardening activators and plasticizing additives / V.L. Khvastunov, V.I. Kalashnikov, N.I. Makridin [etc.] // Materials of the VII Academic readings of the RAASN «Modern problems of building materials science» P.1. – Belgorod, 2001. – P. 183–190.

8. Khvastunov, V.L. Clay-slag materials: monograph / V.L. Khvastunov, V.I. Kalashnikov, V.Yu. Nesterov, P.G. Komokhov [etc.]. – Penza: PGASA, 2000. – 208 p.

9. Kalashnikov, V.I. Methodology of obtaining geosynthetic and geoshlak composite building materials based on sedimentary silicite rocks: monograph / V.I. Kalashnikov, Yu.V. Gracheva, K.N. Makhambetova. – Penza: PGUAS, 2011. – 120 p.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

STANDARDIZATION AND QUALITY MANAGEMENT

УДК 339.1

*Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Жегера Кристина Владимировна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Управление качеством и технология
строительного производства»
E-mail: jegera@yandex.ru

Мухина Юлия Викторовна,
студентка
E-mail: muhinau792@gmail.com

Евстифеева Ксения Александровна,
студентка
E-mail: lina.barinova.98@bk.ru

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Zhegera Kristina Vladimirovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor,
Department «Quality management and
construction technologies»
E-mail: jegera@yandex.ru

Mukhina Yulia Viktorovna,
Student
E-mail: muhinau792@gmail.com

Yevstifeeva Ksenia Aleksandrovna,
Student
E-mail: lina.barinova.98@bk.ru

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ SWOT-АНАЛИЗА

К.В. Жегера, Ю.В. Мухина, К.А. Евстифеева

Рассмотрен SWOT-анализ на примере предприятия по производству бумаги – ОАО «Маяк» (г. Пенза). Установлены сильные и слабые стороны предприятия, выявлены основные угрозы и возможности их устранения. Выявлен примерный перечень стратегических действий, направленных на усиление конкурентных позиций предприятия.

Ключевые слова: конкурентоспособность, SWOT-анализ, целлюлозно-бумажная промышленность, технологический процесс

ANALYSIS OF AN ENTERPRISE COMPETITIVENESS USING SWOT ANALYSIS

K.V. Zhegera, Yu.V. Mukhina, K.A. Yevstifeeva

The article considers a SWOT-analysis on the example of an enterprise producing paper – JSC «Mayak» Penza. Advantages and disadvantages of the enterprise have been identified, the main threats and opportunities for their elimination have been identified. An approximate list of strategic actions aimed at strengthening the competitive position of the enterprise has been identified.

Keywords: competitiveness, SWOT-analysis, pulp and paper industry, technological process

Введение. Целлюлозно-бумажная промышленность – неотъемлемая отрасль лесного комплекса. В результате переработки древесины производятся целлюлоза, бумага и бумажные изделия. В настоящий момент рост внутреннего производства бумаги и российского экспорта бумаги и бумажных изделий связан с увеличением спроса на бумажные изделия в России [1, 2]. В условиях конкурентной борьбы крупные предприятия с иностранным капиталом ослабляют позиции мелких градообразующих предприятий, находящихся удаленно от крупных промышленных центров. В связи с острой конкурентной борьбой на рынке целлюлозно-бумажной промышленности каждое предприятие стремится оставаться конкурентоспособным.

В настоящее время предприятия целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) работают в условиях насыщенного рынка (рис. 1). Ассортимент продукции, представленный на российском рынке, достаточно велик и разнообразен как по видам продукции, так и по уровню его качества.

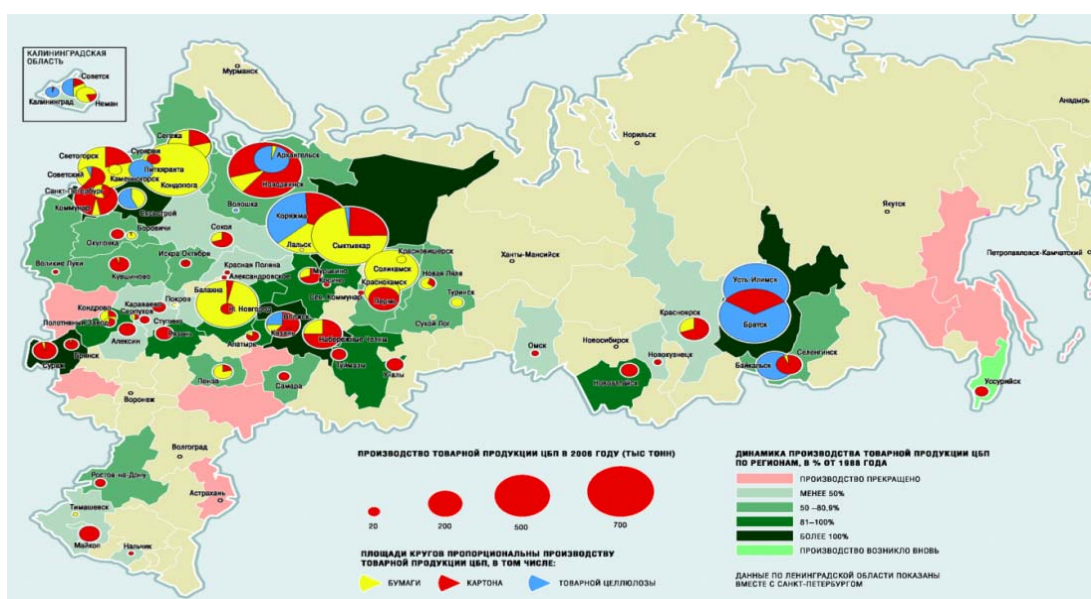


Рис. 1. Целлюлозно-бумажная промышленность России
(источник: «Целлюлоза. Бумага. Картон»)

На российском рынке ЦБП помимо отечественной продукции представлена продукция иностранных производителей. На данный момент в связи с политикой импортозамещения отечественные производители активно осваивают внутренний рынок сбыта. В перспективе прогнозируется еще большее усиление доли отечественных производителей на внутреннем рынке.

В условиях современной экономики при формировании и принятии любых управленческих решений, направленных на обеспечение эффективности функционирования промышленных предприятий необходимо понимать воздействие различных факторов на их конкурентоспособность [3–5].

Методика. Одним из самых распространенных методов, оценивающих внутренние и внешние факторы, влияющие на развитие предприятия, является SWOT-анализ [6].

SWOT-анализ – один из самых распространенных аналитических методов стратегического планирования, который позволяет в комплексе оценить сильные и слабые стороны компании, а также возможности и угрозы, влияющие на нее. Этот метод используется в разных направлениях и отраслях бизнеса. SWOT-анализ учитывает положительные и отрицательные факторы как внутри компании. Методика SWOT-анализа состоит в том, чтобы определить внутренние и внешние факторы, влияющие на бизнес, и разделить их по 4 основным категориям (рис. 2).

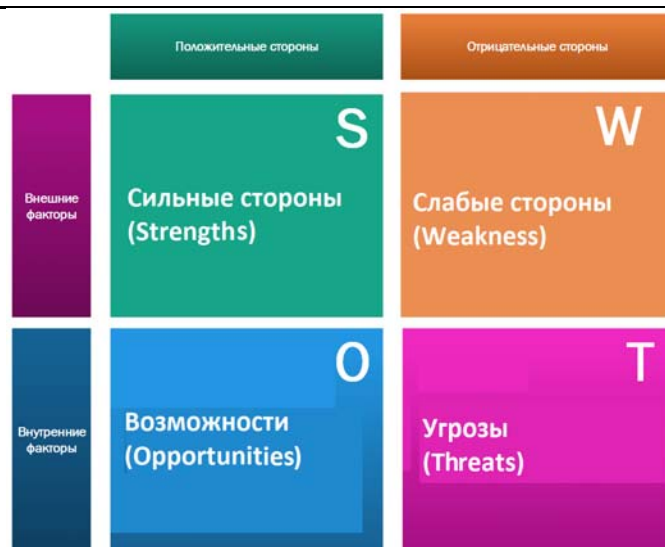


Рис. 2. Графическое представление SWOT-анализа

Теоретический анализ. Проведем SWOT-анализ на примере одного из предприятий России по производству бумаги – ОАО «Маяк» (г. Пенза), основанное в 1850 году. Сегодня это динамично развивающееся предприятие, объединяющее головное ОАО «Маяк» и десять дочерних предприятий.

Основные виды деятельности предприятия – производство бумаги и картона, а также изделий из бумаги и картона. ОАО «Маяк» является единственным производителем в России бумаги-основы облицовочных материалов для мебельной промышленности, входит в число 20 крупнейших компаний по производству тарных и писчепечатных видов бумаг, в число 5 крупнейших компаний по производству обоев и тетрадей, в тройку ведущих производителей допечатного оборудования (рис. 3).

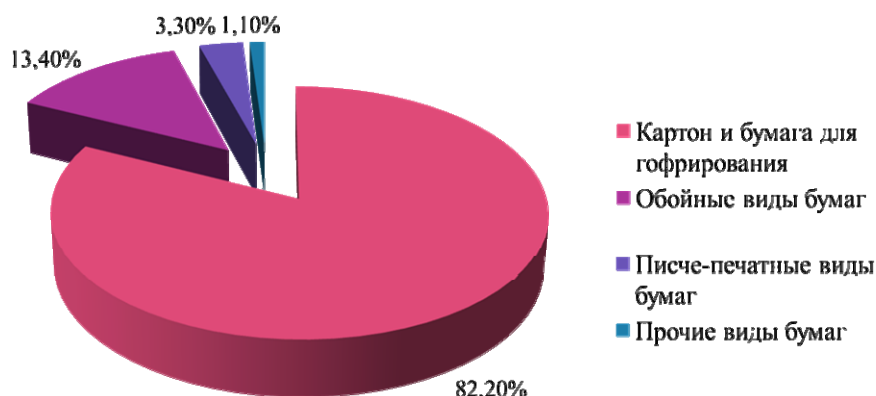


Рис. 3. Распределение производства продукции ОАО «Маяк»

На сегодняшний день продукция ОАО «Маяк» поставляется в адрес крупных производителей гофроупаковки, обоев, канцелярских товаров и пластиков в России и на экспорт, но существует ряд факторов, которые препятствуют повышению конкурентоспособности компании.

С целью выявления сильных и слабых сторон компании, а также возможностей и угроз проведен SWOT-анализ ОАО «Маяк».

Результаты. С целью разработки стратегических действий для улучшения деятельности ОАО «Маяк» проведен SWOT-анализ, результаты которого представлены в таблице.

SWOT-анализ ОАО «Маяк»

Сильные стороны	Слабые стороны
<input type="checkbox"/> Высококвалифицированный персонал <input type="checkbox"/> Устойчивое положение на внутреннем рынке <input type="checkbox"/> Высокое качество продукции <input type="checkbox"/> Большой объем выпуска продукции <input type="checkbox"/> Широкий ассортимент продукции <input type="checkbox"/> Высокая зарплата персонала <input type="checkbox"/> Высококачественное сырье <input type="checkbox"/> Помощь за счет федеральных и региональных программ <input type="checkbox"/> Модернизация и экологизация производства	<input type="checkbox"/> Зависимость от услуг других организаций (в основном от поставщиков целлюлозы и макулатуры) <input type="checkbox"/> Отсутствие договоров с отечественными поставщиками сырья (целлюлоза, хлорат натрия, отбеливатели) <input type="checkbox"/> Несовременное очистное оборудование <input type="checkbox"/> Отсутствие рекламы
Возможности развития	Угрозы развития
<input type="checkbox"/> Привлечение новых клиентов <input type="checkbox"/> Освоение мирового рынка <input type="checkbox"/> Расширение ассортимента продукции <input type="checkbox"/> Позитивные контакты с европейскими и российскими целлюлозно-бумажными предприятиями <input type="checkbox"/> Привлечение инвестиций в компанию; <input type="checkbox"/> Внедрение новых технологий производства <input type="checkbox"/> Внедрение системы экологического менеджмента	<input type="checkbox"/> Появление новых конкурентов <input type="checkbox"/> Усиление конкуренции между компаниями <input type="checkbox"/> Выход из строя оборудования <input type="checkbox"/> Дополнительный контроль государства над качеством продукции <input type="checkbox"/> Появление новых видов налогов и сборов <input type="checkbox"/> Рост тарифов на электроэнергию <input type="checkbox"/> Ужесточение требований к обеспечению экологической безопасности <input type="checkbox"/> Возможность возникновения трудностей при поставке зарубежного сырья

Проведенный SWOT-анализ позволяет разработать перечень стратегических действий, направленных на усиление конкурентных позиций предприятия.

Основными направлениями развития производства могут быть:

- совершенствование технологии на действующих бумагоделательных машинах;
- совершенствование технологического процесса производства бумаги и картона с улучшением их качественных показателей и сокращением затрат на производство продукции;
- разработка мероприятий по модернизации и реконструкции очистных сооружений;
- разработка маркетинговой стратегии предприятия;
- разработка и внедрение системы экологического менеджмента;
- заключение договоров с ближайшими отечественными поставщиками сырья.

Список литературы

1. Воронцова, Е.А. Анализ российского рынка бумаги и бумажных изделий / Е.А. Воронцова // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2020. – №2 (42). – С.7–12.
2. Перспективы российского рынка бумаги и картона. – URL: <https://lesprominform.ru/articles.html?id=4066> (дата обращения 01.04.2022)
3. Шишлонова, А.А. Конкурентоспособность предприятия: принципы и методы оценки / А.А. Шишлонова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 1–2 (83). – С.159–161. – Doi:10.24412/2411-0450-2022-1-283-159-161

4. Воронов, Д.С. Методика повышения конкурентоспособности предприятия / Д.С. Воронов, В.В. Криворотов // Проблемы развития территории. – 2017. – №5 (91). – С. 59–74.

5. Левшина, В.В. Сравнение качества писчей бумаги отечественных и зарубежных производителей / В.В. Левшина, Ю.Г. Малахова, С.М. Репях, Л.Ф. Левина // Химия растительного сырья. – 1999. – №2. – С.131–134.

6. Гильмутдинова, А.И. SWOT-анализ как инструмент анализа конкурентоспособности предприятия / А.И. Гильмутдинова // Вестник науки. – 2020. – № 6 (27). – С. 92–99.

References

1. Vorontsova, E.A. Analysis of the Russian market of paper and paper products / E.A. Vorontsova // Skif. Questions of student science. – 2020. – №2 (42). – P.7–12.

2. Prospects of the Russian paper and cardboard market. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4066> (accessed 01.04.2022)

3. Shishlonova, A.A. Competitiveness of the enterprise: principles and methods of evaluation / A.A. Shishlonova // Economics and Business: theory and practice. – 2022. – № 1-2 (83). – P.159–161. – Doi:10.24412/2411-0450-2022-1-283-159-161

4. Voronov, D.S. Methods of increasing the competitiveness of the enterprise / D.S. Voronov, V.V. Krivorotov // Problems of territory development. – 2017. – №5 (91). – P. 59–74.

5. Levshina, V.V. Comparison of the quality of writing paper of domestic and foreign manufacturers / V.V. Levshina, Yu.G. Malakhova, S.M. Repyakh, L.F. Levina // Chemistry of vegetable raw materials. – 1999. – No.2. – P.131–134.

6. Gilmudinova, A.I. SWOT-analysis as a tool for analyzing the competitiveness of an enterprise / A.I. Gilmudinova // Bulletin of Science. – 2020. – №6 (27). – P. 92–99.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Макарова Людмила Викторовна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Управление качеством и ТСП»
E-mail: mak.78_08@inbox.ru

Папшев Денис Николаевич,
студент

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Makarova Lyudmila Viktorovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the
department «Quality management and TSP»
E-mail: mak.78_08@inbox.ru

Papshev Denis Nikolaevich,
Student

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Л.В. Макарова, Д.Н. Папшев

Реализация на практике современных концепций организации труда требует регулярного мониторинга их эффективности. В статье на примере деятельности организации, предоставляющей услуги, приводится методика оценки результативности внедрения системы 5S. Предлагается перечень мер, направленных на совершенствование деятельности организации.

Ключевые слова: стратегия развития, система 5S, эффективность

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INTRODUCTION LEAN MANUFACTURING ELEMENTS

L.V. Makarova, D.N. Papshev

The implementation of modern labor organization concepts in practice requires regular monitoring of their effectiveness. On the example of the activity of the organization providing services, the methodology for evaluating the effectiveness of implementation 5S system is given and a list of measures aimed at improving the organization's activities is developed.

Keywords: development strategy, 5S system, efficiency

Формирование устойчивой конкурентной стратегии развития на отечественных предприятиях требует от руководства грамотных решений, связанных с эффективной организацией труда, что возможно за счет применения современных инструментов управления качеством, например концепции бережливого производства. Данная методология направлена на создание условий организации труда, основанных на постоянном стремлении предприятия к устранению всех видов потерь.

Одна из идей, на которых основывается высококачественное бережливое производство, – стандарт 5S [1...3]. Система 5S – это способ организации рабочего пространства, основанный на ряде принципов (рис. 1).

Система 5S изначально была разработана в Японии в 1970-80-х годах и предназначалась для японского автопрома. В 1990-х годах методика была доработана в США и Европе [4]. Являясь, на первый взгляд, набором простых и очевидных правил, 5S призван сформировать определенную культуру бережливого отношения к самому себе и своему рабочему окружению [5].

На примере деятельности компании ООО «ТРЕЙДКОН» проведем оценку эффективности реализации системы 5S применительно к организации работы офиса.

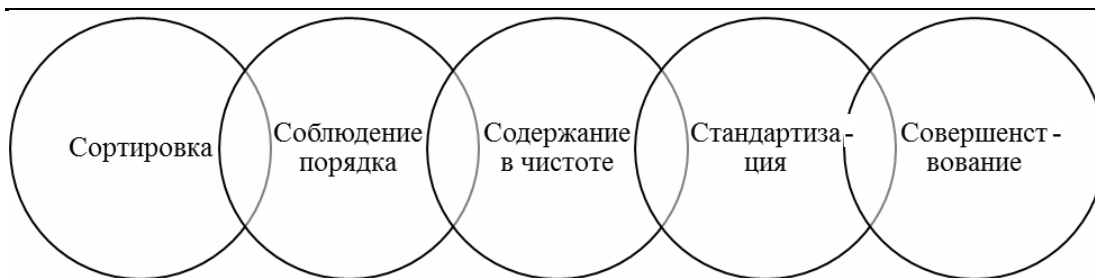


Рис. 1. Принципы системы 5S

Важнейшее направление деятельности компании – оптовая торговля климатическим оборудованием. ООО «ТРЕЙДКОН» представлена во всех значимых экономических зонах России своими обособленными подразделениями, основой которых является отдел продаж, в котором внедрена система 5S, реализация которой направлена на сокращение издержек и упрощение деятельности персонала при предоставлении услуг.

После внедрения данной системы необходимо оценить, насколько она эффективна, а также насколько выполняются все ее требования в компании (отделе).

Для оценки результативности внедрения системы 5S на ООО «ТРЕЙДКОН» была предложена система показателей качества в рамках каждого из рассматриваемых критериев (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Показатели для оценки результативности системы 5S

Наименование критерия 5S	Показатели	
Сортировка $K_1 = \sum_{j=1}^4 K_{1,j}$	$K_{1,1}$	Отсутствие лишней мебели в офисах
	$K_{1,2}$	Распределение предметов на столах, стеллажах и в шкафах
	$K_{1,3}$	Отсутствие загромождения переходов, кабинетов
	$K_{1,4}$	Отсутствие устаревшей и неучтенной документации на столах
Соблюдение порядка $K_2 = \sum_{j=1}^3 K_{2,j}$	$K_{2,1}$	Наличие мест для хранения документации
	$K_{2,2}$	Наличие выделенной зоны для приема клиентов, бесед и т.д.
	$K_{2,3}$	Наличие информационных табличек в офисе
Содержание в чистоте $K_3 = \sum_{j=1}^4 K_{3,j}$	$K_{3,1}$	Содержание рабочих мест в чистоте
	$K_{3,2}$	Наличие экологически безопасных средств для уборки
	$K_{3,3}$	Наличие средств индивидуальной защиты и личной гигиены для сотрудников и клиентов (маски, антисептик и т.д.)
	$K_{3,4}$	Использование сотрудниками сменной обуви
Стандартизация $K_4 = \sum_{j=1}^4 K_{4,j}$	$K_{4,1}$	Наличие стандартов (положений, инструкций) по поддержанию чистоты в офисе
	$K_{4,2}$	Проведение уборки туалетных комнат по графику
	$K_{4,3}$	Проведение уборки рабочих мест по графику
	$K_{4,4}$	Оснащение рабочего места зарегистрированным и инвентаризированным оборудованием и принадлежностями
Совершенствование $K_5 = \sum_{j=1}^5 K_{5,j}$	$K_{5,1}$	Компетентность сотрудников в системе 5S
	$K_{5,2}$	Наличие на каждом рабочем месте пособия по 5S
	$K_{5,3}$	Наличие ответственного должностного лица в каждом отделе по оценке и совершенствованию 5S
	$K_{5,4}$	Проведение проверок каждый месяц
	$K_{5,5}$	Устранение замечаний, выявленных в ходе проверки

Результативность внедрения системы 5S предлагается определять как средневзвешенное арифметическое фактических показателей результативности по следующей формуле:

$$R_i = \sum_{i=1}^n g_i \cdot R_{\phi i}, \quad (1)$$

где g_i – значение коэффициента весомости; $R_{\phi i}$ – фактическое значение комплексного показателя результативности процесса.

Общая результативность внедрения системы 5S рассчитывается как произведение полученных уровней результативности по следующей формуле:

$$R = \prod_{i=1}^5 R_i \quad (2)$$

Оценка уровня результативности внедрения системы 5S в компанию проводилась по шкале, представленной в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Шкала результативности процесса

Значение показателя результативности	Оценка результативности системы 5S
$0 < R < 0,3$	Система 5S не результативна, требуется вмешательство высшего руководства
$0,3 \leq R < 0,65$	Низкий уровень результативности системы 5S
$0,65 \leq R < 0,75$	Средний уровень результативности системы 5S, требуется разработка незначительных корректирующих действий
$0,75 \leq R < 0,9$	Достаточная результативность системы 5S, но необходимо проведение мероприятий для предупреждения появления несоответствий
$0,9 \leq R < 1$	Высокий уровень результативности системы 5S, поставленные цели и задачи практически достигнуты либо выполнены в полной мере

Определение единичных показателей эффективности осуществлялось в соответствии с данными, представленными в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Единичные показатели результативности и формулы для их расчета

№	Наименование показателя	Формула расчета
1	2	3
Сортировка		
$K_{1,1}$	Отсутствие лишней мебели в офисах	$K_{1,1} = \sum \frac{M_{\phi}}{M_n},$ <p>где M_{ϕ} – фактическое количество мебели в отделах по всему офису; M_n – необходимое (плановое) количество мебели</p>
$K_{1,2}$	Распределение предметов на столах, стеллажах и в шкафах	$K_{1,2} = \begin{cases} 1 - \text{порядок на рабочих местах} \\ 0,7 - \text{имеются недочеты} \\ 0,5 - \text{предметы не на своих местах} \end{cases}$

1	2	3
$K_{1,3}$	Отсутствие загромождения переходов, кабинетов	$K_{1,3} = \begin{cases} 1 - \text{если нет загромождений} \\ 0,7 - \text{имеются недочеты} \\ 0,5 - \text{перемещение затруднено} \end{cases}$
$K_{1,4}$	Отсутствие устаревшей и неучтенной документации на столах	$K_{1,4} = \begin{cases} 1 - \text{устаревшая (неучтенная) документация отсутствует} \\ 0,7 - \text{если имеется несколько позиций} \\ 0,5 - \text{устаревшей (неучтенной) документации более 50\%} \end{cases}$
Соблюдение порядка		
$K_{2,1}$	Наличие мест для хранения документации	$K_{2,1} = \frac{\sum X_{\phi}}{\sum X_{\pi}}$ <p>где $\sum X_{\phi}$ – фактическое количество мест для хранения документации; X_{π} – плановое количество мест для хранения</p>
$K_{2,2}$	Наличие выделенной зоны для приема клиентов, бесед и т.д.	$K_{2,2} = \begin{cases} 1 - \text{зонировано 100\% офиса} \\ 0,7 - \text{зонировано 70\% офиса} \\ 0,5 - \text{зонировано 50\% офиса} \end{cases}$
$K_{2,3}$	Наличие информационных табличек в офисе	$K_{2,3} = \frac{\sum T_{\phi}}{\sum T_{\pi}}$ <p>где $\sum T_{\phi}$ – фактическое количество табличек по отделам офиса; T_{π} – плановое количество табличек</p>
Содержание в чистоте		
$K_{3,1}$	Содержание рабочих мест в чистоте	$K_{3,1} = \begin{cases} 1 - \text{недочеты не обнаружены} \\ 0,7 - \text{обнаружено 3-5 недочетов} \\ 0,5 - \text{обнаружено более 5 недочетов} \end{cases}$
$K_{3,2}$	Наличие экологически безопасных средств для уборки	$K_{3,2} = \frac{\sum C_{\phi}}{\sum C_{\pi}}$ <p>где $\sum C_{\phi}$ – фактическое количество экологически безопасных средств; C_{π} – плановое количество экологически безопасных средств для уборки</p>
$K_{3,3}$	Наличие средств индивидуальной защиты и личной гигиены для сотрудников и клиентов (маски, антисептик и т.д.)	$K_{3,3} = \begin{cases} 1 - \text{наличие средств индивидуальной защиты и личной гигиены} \\ 0 - \text{отсутствие хотя бы одной позиции} \end{cases}$
$K_{3,4}$	Использование сотрудниками сменной обуви	$K_{3,4} = \frac{\sum O_{\phi}}{\sum C_o}$ <p>где $\sum O_{\phi}$ – фактическое количество сотрудников в сменной обуви; C_o – общее количество сотрудников в офисе</p>

1	2	3
Стандартизация		
$K_{4.1}$	Наличие стандартов (положений, инструкций) по поддержанию чистоты в офисе	$K_{4.1} = \frac{\sum C_{m_{\phi}}}{\sum C_{m_{\pi}}},$ где $\sum C_{m_{\phi}}$ – фактическое количество стандартов (положений, инструкций); $C_{m_{\pi}}$ – плановое количество стандартов (положений, инструкций)
$K_{4.2}$	Проведение уборки туалетных комнат по графику	$K_{4.2} = \begin{cases} 1 - \text{график соблюдается} \\ 0 - \text{график не соблюдается} \end{cases}$
$K_{4.3}$	Проведение уборки рабочих мест по графику	$K_{4.3} = \begin{cases} 1 - \text{график соблюдается} \\ 0,5 - \text{график не соблюдается} \end{cases}$
$K_{4.4}$	Оснащение рабочего места зарегистрированным и инвентаризированным оборудованием и принадлежностями	$K_{4.4} = \frac{\sum O_{p_{\phi}}}{\sum C_{\pi}},$ где $\sum O_{p_{\phi}}$ – фактическое количество зарегистрированных и инвентаризированных рабочих мест; C_{π} – плановое количество таких рабочих мест
Совершенствование		
$K_{5.1}$	Компетентность сотрудников в системе 5S	$K_{5.1} = \frac{\sum O_{o_{\phi}}}{\sum C_o},$ где $\sum O_{o_{\phi}}$ – фактическое количество компетентных сотрудников; C_o – общее количество сотрудников в офисе
$K_{5.2}$	Наличие на каждом рабочем месте пособия по 5S	$K_{5.2} = \frac{\sum \Pi_{\phi}}{\sum P_o},$ где $\sum \Pi_{\phi}$ – фактическое количество пособий на рабочих местах; P_o – общее количество рабочих мест в офисе
$K_{5.3}$	Наличие ответственного должностного лица в каждом отделе по оценке и совершенствованию 5S	$K_{5.3} = \frac{\sum S_{\phi}}{\sum O_o},$ где $\sum S_{\phi}$ – фактическое количество ответственных в офисе; O_o – общее количество отделов в офисе
$K_{5.4}$	Проведение проверок каждый месяц	$K_{5.4} = \begin{cases} 1 - \text{ежемесячные проверки} \\ 0,7 - \text{проверки 10 раз в год} \\ 0,5 - \text{проверки менее 10 раз в год} \end{cases}$
$K_{5.5}$	Устранение замечаний, выявленных в ходе проверки	$K_{5.5} = \begin{cases} 1 - \text{все замечания устраняются} \\ 0,7 - \text{устраняется 90\% замечаний} \\ 0,5 - \text{устраняется менее 90\% замечаний} \end{cases}$

Данные для оценки результативности функционирования системы 5S в ООО «ТРЕЙДКОН» за период деятельности декабрь–февраль 2022 г. приведены в табл. 4.

Исходные данные для оценки результативности функционирования системы 5S
в ООО «ТРЕЙДКОН»

№	Наименование показателя	Данные для расчета показателей		$R_{\phi i}$	g_i
		Показатели для расчета	Расчет по формуле		
1	2	3	4	5	6
$K_{1,1}$	Отсутствие лишней мебели в офисах	Количество мебели в отделах	$K_{1,1} = \sum \frac{M_{\phi}}{M_n} =$ $= \frac{28 + 45 + 19 + 21 + 33}{28 + 45 + 19 + 21 + 33} = 1$	1	0,19
$K_{1,2}$	Распределение предметов на столах, стеллажах и в шкафах	Факт беспорядка на рабочих местах	При осмотре рабочих кабинетов зафиксированы факты беспорядка в кабинетах, поэтому $K_{1,2} = 0,7$	0,7	0,23
$K_{1,3}$	Отсутствие загромождения переходов, кабинетов	Комфортность перемещения по офису	Перемещение по кабинетам и переходам комфортное, поэтому $K_{1,3} = 1$	1	0,25
$K_{1,4}$	Отсутствие устаревшей и неучтенной документации на столах	Устаревшая и неучтенная документация	При осмотре рабочих столов обнаружено несколько экземпляров договоров, которые уже утратили свою силу, поэтому $K_{1,4} = 0,7$	0,7	0,33
$K_{2,1}$	Наличие мест для хранения документации	Количество мест для хранения документации	$K_{2,1} = \frac{\sum X_{\phi}}{\sum X_n} =$ $= \frac{12 + 19 + 7 + 13 + 18}{15 + 25 + 15 + 9 + 16} = 0,86$	0,86	0,35
$K_{2,2}$	Наличие выделенной зоны для приема клиентов, бесед и т.д.	Зонированность офиса	В нескольких холлах отсутствуют места ожидания для клиентов, поэтому $K_{2,2} = 0,7$	0,7	0,45
$K_{2,3}$	Наличие информационных табличек в офисе	Количество информационных табличек	$K_{2,3} = \frac{\sum T_{\phi}}{\sum T_n} = \frac{276}{276} = 1$	1	0,2
$K_{3,1}$	Содержание рабочих мест в чистоте	Факт загрязнения рабочих мест	При осмотре рабочих мест на предмет чистоты были зафиксированы: пыльная мебель, остатки еды на столах, беспорядок и лишние предметы в столах, поэтому $K_{3,1} = 0,5$	0,5	0,42
$K_{3,2}$	Наличие экологически безопасных средств для уборки	Количество экологически безопасных средств	$K_{3,2} = \frac{\sum C_{\phi}}{\sum C_n} = \frac{149}{154} = 0,97$	0,97	0,11
$K_{3,3}$	Наличие средств индивидуальной защиты и личной гигиены для сотрудников и клиентов (маски, антисептик и т.д.)	Количество средств индивидуальной защиты (СИЗ) и личной гигиены	При осмотре общественных мест обнаружены средства индивидуальной защиты и личной гигиены, поэтому $K_{3,3} = 1$	1	0,35

1	2	3	4	5	6
K _{3,4}	Использование сотрудниками сменной обуви	Количество сотрудников в сменной обуви	$K_{3,4} = \frac{\sum O_{\phi}}{\sum C_o} = \frac{343}{366} = 0,94$	0,94	0,12
K _{4,1}	Наличие стандартов (положений, инструкций) по поддержанию чистоты в офисе	Количество стандартов (положений, инструкций)	$K_{4,1} = \frac{\sum Cm_{\phi}}{\sum Cm_n} = \frac{156}{156} = 1$	1	0,2
K _{4,2}	Проведение уборки туалетных комнат по графику	График и журнал уборки туалетных комнат	Анализ графика и журнала не подтвердил факта пропуска дней уборки, поэтому $K_{4,2} = 1$	1	0,32
K _{4,3}	Проведение уборки рабочих мест по графику	График и журнал уборки рабочих мест	При проверке графиков и журнала уборки за три месяца было обнаружено большое количество пропусков, поэтому $K_{4,3} = 0,5$	0,5	0,32
K _{4,4}	Оснащение рабочего места зарегистрированным и инвентаризированным оборудованием и принадлежностями	Количество оборудования	$K_{4,4} = \frac{\sum Op_{\phi}}{\sum Op_n} = \frac{220}{220} = 1$	1	0,16
K _{5,1}	Компетентность сотрудников в системе 5S	Количество обученных сотрудников	$K_{5,1} = \frac{\sum Oo_{\phi}}{\sum C_o} = \frac{366}{366} = 1$	1	0,23
K _{5,2}	Наличие на каждом рабочем месте пособия по 5S	Количество пособий на рабочих местах	$K_{5,2} = \frac{\sum P_{\phi}}{\sum P_o} = \frac{185}{250} = 0,74$	0,74	0,17
K _{5,3}	Наличие ответственного должностного лица в каждом отделе по оценке и совершенствованию 5S	Количество ответственных должностных лиц в офисе	$K_{5,3} = \frac{\sum S_{\phi}}{\sum P_o} = \frac{1+1+0+1+0}{1+1+1+1+1} = 1$	0,6	0,17
K _{5,4}	Проведение проверок каждый месяц	Количество проверок	При анализе журнала проверок было выявлено, что они проводятся каждый месяц, поэтому $K_{5,4} = 1$	1	0,21
K _{5,5}	Устранение замечаний, выявленных в ходе проверки	Процент устранения замечаний	При анализе журнала проверок было выявлено, что некоторые замечания не устраняются, поэтому $K_{5,5} = 0,7$	0,7	0,22

В соответствии с табл. 4 были рассчитаны значения результативности по каждому из рассматриваемых критериев (табл. 5).

Расчет показателей результативности

№	Наименование критерия	Показания		Значение результативности R_i
		$R_{\Phi i}$	g_i	
K_1	Сортировка	1	0,19	$R_1 = 1 \cdot 0,19 + 0,7 \cdot 0,23 +$ $+ 1 \cdot 0,25 + 0,7 \cdot 0,33 = 0,832$
		0,7	0,23	
		1	0,25	
		0,7	0,33	
K_2	Соблюдение порядка	0,86	0,35	$R_2 = 0,86 \cdot 0,35 + 0,7 \cdot 0,45 +$ $+ 1 \cdot 0,2 = 0,816$
		0,7	0,45	
		1	0,2	
K_3	Содержание в чистоте	0,5	0,42	$R_3 = 0,5 \cdot 0,42 + 0,97 \cdot 0,11 + 1 \cdot 0,35 +$ $+ 0,94 \cdot 0,12 = 0,7795$
		0,97	0,11	
		1	0,35	
		0,94	0,12	
K_4	Стандартизация	1	0,2	$R_4 = 1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,32 + 0,5 \cdot 0,32 +$ $+ 1 \cdot 0,16 = 0,84$
		1	0,32	
		0,5	0,32	
		1	0,16	
K_5	Совершенство	1	0,23	$R_5 = 1 \cdot 0,23 + 0,74 \cdot 0,17 + 0,6 \cdot 0,17 +$ $+ 1 \cdot 0,21 + 0,7 \cdot 0,22 = 0,8218$
		0,74	0,17	
		0,6	0,17	
		1	0,21	
		0,7	0,22	

Общая результативность функционирования системы 5S составила:

$$R = \frac{0,832 + 0,816 + 0,7795 + 0,84 + 0,8218}{5} = 0,818.$$

Рассчитанный показатель результативности соответствует достаточно высокому уровню эффективности функционирования системы 5S в рассматриваемой организации, однако требуется разработка корректирующих действий в соответствии с целевым значением обобщенного показателя, равного 1. Текущее состояние достижения целевых показателей представлено на рис. 2.

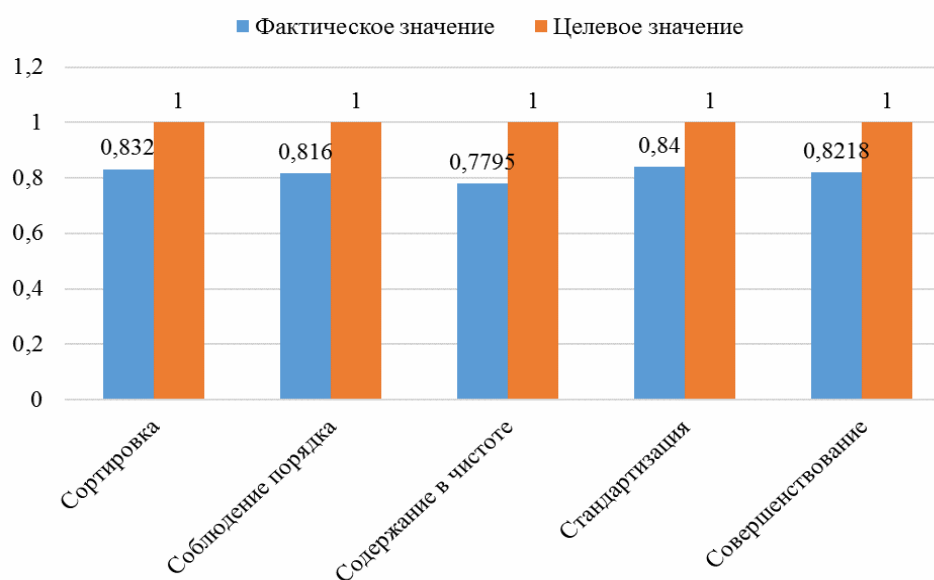


Рис. 2. Сопоставление рассчитанных показателей результативности с их целевыми значениями

Все пять показателей находятся примерно в одинаковом диапазоне значений, однако, самая низкая оценка у критерия «Содержание в чистоте», что свидетельствует о необходимости принятия ряда организационно-методических мер.

На основании проведенного анализа были разработаны рекомендации по улучшению результативности функционирования системы 5S в ООО «ТРЕЙДКОН»:

- организация отдельного помещения для приема пищи сотрудниками;
- проведение еженедельных уборок в последний рабочий час пятницы;
- оснащение рабочих мест папкой «Утратили силу» для хранения устаревшей документации;
- внедрение системы электронного документооборота;
- разграничение зон в офисе с помощью табличек «Места для клиентов» и оснащение их креслами/стульями;
- разработка кратких памяток по 5S с размещением их в каждом кабинете;
- внедрение системы материального поощрения для сотрудников, предлагающих меры по улучшению в области бережливого производства.

Таким образом, подобный подход применения системы 5S, позволит руководству организации сократить издержки и упростить деятельность персонала при предоставлении услуг, что в свою очередь, будет способствовать совершенствованию работоспособности отделов и улучшению качества оказываемых услуг.

Список литературы

1. Вейдер, Майкл. Инструменты бережливого производства II: Карманное руководство по практике применения Lean / Майкл Вейдер. – URL: <https://orgpm.ru/upload/iblock/c51/c513203311444cd27e2d285b83977fa2.pdf>
2. Давыдова, Н.С. Бережливое производство как фактор повышения конкурентоспособности предприятия / Н.С. Давыдова // Инженерный вестник Дона. – 2012. – №2. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/867>
3. Ключков, Ю.П. Организационно-экономические основы внедрения бережливого производства на предприятиях машиностроения / Ю.П. Ключков // Инженерный вестник Дона. – 2012. – №3. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/903>.
4. Шипанов, М.С. Система 5S как инструмент оценки деятельности предприятия / М.С. Шипанов, А.В. Шабурова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – №1. – С. 59–62.
5. Макарова, Л.В. Оценка эффективности внедрения системы 5S / Л.В. Макарова, А.Р. Акжигитова // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2021. – №2(13). – С. 69–76.

References

1. Vader, Michael. Lean Manufacturing Tools II: Pocket Guide to Lean Application Practice / Michael Vader. – URL: <https://orgpm.ru/upload/iblock/c51/c513203311444cd27e2d285b83977fa2.pdf>
2. Davydova, N.S. Lean manufacturing as a factor of increasing the competitiveness of the enterprise / N.S. Davydova // Engineering Bulletin of the Don. – 2012. – No. 2. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/867>
3. Klochkov, Yu.P. Organizational and economic foundations of the introduction of lean production at machine-building enterprises / Yu.P. Klochkov // Engineering Bulletin of the Don. – 2012. – No. 3. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/903>.
4. Shipanov, M.S. the 5S system as a tool for evaluating the activity of an enterprise / M.S. Shipanov, A.V. Shaburova // Interexpo Geo-Siberia. – 2017. – No. 1. – P. 59–62.
5. Makarova, L.V. Evaluation of the effectiveness of the implementation of the 5S system / L.V. Makarova, A.R. Akzhigitova // Bulletin of PGUAS: construction, science and education. – 2021. – №2(13). – P. 69–76.

ОАО «Пензхиммаш»

Россия, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова,
д. 5, корпус 8
тел.: (841-2) 47-63-64

Медведева Таисия Тимофеевна,
начальник группы управления качеством

Баукова Наталья Сергеевна,
инженер по качеству
E-mail: rabota-penza89@mail.ru

*Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Максимова Ирина Николаевна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Управление качеством и технология
строительного производства»
E-mail: maksimovain@mail.ru

OJSC «Penzkhimmash»

Russia, 440028, Penza, st. German Titova, d. 5,
building 8
tel.: (841-2) 47-63-64

Medvedeva Taisiya Timofeevna,
Head of Quality Management Group

Baukova Natalya Sergeevna,
Engineer in quality
E-mail: rabota-penza89@mail.ru

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Maksimova Irina Nikolaevna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the
department «Quality management and
construction technologies»
E-mail: maksimovain@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЦЕССА «УПРАВЛЕНИЕ ЗАКУПКАМИ МАТЕРИАЛОВ»

Т.Т. Медведева, И.Н. Максимова, Н.С. Баукова

Деятельность любой производственной организации нуждается в снабжении необходимыми материалами, комплектующими изделиями и сырьем. Процесс «Управление закупками материалов» создан с целью обеспечения организации необходимым количеством требуемых ресурсов надлежащего качества в установленные сроки на максимально выгодных условиях. В ходе осуществления данной деятельности возникают различные виды рисков, управление которыми позволит предотвратить нежелательные последствия и повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции и организации в целом.

На примере конкретной организации, разрабатывающей и выпускающей оборудование для нефтегазодобывающей, нефтегазоперерабатывающей, химической, металлургической отраслей промышленности, представлены алгоритм и пример идентификации оценки и анализа рисков, возникающих в процессе «Управление закупками материалов».

Ключевые слова: система менеджмента качества, закупки, риск, управление рисками, идентификация рисков, анализ рисков

RISK MANAGEMENT OF THE PROCESS «MATERIALS PURCHASING MANAGEMENT»

T.T. Medvedeva, I.N. Maksimova, N.S. Baukova

The activity of any production organization should be supplied with the necessary materials, purchased components and raw materials. The process «Materials purchasing management» was created in order to provide an organization with the necessary amount of resources of the required quality in a timely manner on the most favorable terms. In the course of this activity, various types of risks arise, the management of which will prevent undesirable consequences and increase the competitiveness of the products and the organization as a whole.

An algorithm and an example of identification, assessment and analysis of risks arising in the process of «Materials procurement management» are presented. In the article, using the example of a specific organization that develops and manufactures equipment for oil and gas production, oil and gas processing, chemical, metallurgical industries.

Keywords: quality management system, procurement, risk, risk management, risk identification, risk analysis

Производственная деятельность в условиях усилившейся конкурентной борьбы требует от организаций четкой стратегии развития с учетом ориентации на создание условий выпуска высококачественной продукции. Решение данной задачи возможно за счет создания и внедрения в организациях систем управления качеством. Управление процессами, в свою очередь, требует широкого применения методов снижения возможных рисков появления дефектной продукции [1–3].

Организациям, разрабатывающим и выпускающим оборудование для нефтегазодобывающей, нефтегазоперерабатывающей, химической, металлургической отраслей промышленности, присущи как систематические риски – не поддающиеся влиянию воздействий со стороны управления объектом (политические, природные, экологические, социальные, экономические и пр.), так и несистематические – риски, которые можно устранить частично или полностью в результате управления объектом (маркетинговые, технологические, производственные, финансовые и т.д.). Любыми видами рисков как факторами, возникающими при осуществлении экономических отношений, связанных с вероятным наступлением неблагоприятных событий, необходимо управлять с целью их выявления, поскольку они могут повлиять на показатели организации (масштабные, абсолютные, относительные, структурные, приростные), а также на ее стратегическое развитие [4, 5].

Управление рисками – это процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, который включает в себя: выявление рисков, идентификацию и описание, анализ, оценку, разработку мероприятий, направленных на их устранение (минимизацию), мониторинг рисков [6].

Блок-схема управления рисками приведена на рисунке.



Блок-схема управления рисками

С позиций анализа рисков особый интерес представляют ключевые процессы организации, например процесс «Управление закупками материалов», основной задачей которого является надежное и качественное обеспечение организации материальными ресурсами требуемого качества и количества с минимальными затратами с целью выполнения заказа в соответствии с договорными обязательствами, т.е. полное удовлетворение потребностей процесса «Производство» [7].

Основными подпроцессами процесса «Производство» являются:

- определение потребностей организации в материалах: установление требований к весу, размерам, параметрам поставок, спецификации;
- анализ рынка: сбор и обработка информации о конъюнктуре рынка ресурсов и действующих условиях торговли, доставки, хранения и т.д.;
- анализ поставщиков материалов с целью оценки степени их надежности: поиск, проведение предварительной и окончательной оценок поставщиков по заданным критериям, например репутация поставщика, цена, скидки/бонусы, форма оплаты, территориальное расположение, возможность длительного сотрудничества, объемы поставок, широта ассортимента, наличие необходимой разрешительной документации и т.д.;
- организация делопроизводства по учету ресурсов и расчетам за приобретенные материальные ценности.

Несоответствия могут возникнуть в любом из перечисленных выше подпроцессов.

В настоящее время основной риск большинства организаций крупногабаритного оборудования машиностроения связан с нарушением бесперебойности производственного процесса по причине нарушения поставок материалов в связи резкими колебаниями цен на металл и металлопрокат по причинам нестабильности курса валют, введения экономических санкций, девальвации рубля, нарушения цепочек поставок из-за карантинных, связанных с пандемией COVID-19, дефицита сырья и складских запасов металлопроката по всему миру [8].

Рассмотрим возможные риски, возникающие в процессе «Управление закупками материалов» (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Перечень возможных рисков по процессу «Управление закупками материалов»

Номер риска	Описание рискового события
1	Отказ квалифицированного поставщика выполнить заказ и необходимость поиска другого поставщика
2	Задержка заключения договора
3	Задержка представления заявки на материалы, покупные комплектующие изделия (ПКИ)
4	Задержка оплаты за материалы, ПКИ
5	Задержка поставки по вине поставщика
6	Необходимость проведения дополнительных испытаний из-за неполноты сертификатных данных
7	Задержка в проведении испытаний материалов в центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ)
8	Необходимость проведения доработки материала для доведения его до требований нормативных документов: ГОСТ, ТУ
9	Оформление актов разрешения на замену материалов, ПКИ
10	Поставка некачественного материала

Одним из видов представления рисков является карта выявленных рисков, представленная в табл. 2.

В рассматриваемом периоде выявлены четыре вида рисков: №№ 6, 8, 9, 10.

Карта выявленных рисков

№	Перечень рисков событий, описание риска	Статистические данные за период IV квартал 2021 г.					
		Общее количество позиций выполненных работ (заказ, договор, единицы оборудования и др.) N , шт.	Количество позиций, по которым имели место рисковые события R , шт.	Вероятность наступления рискового события, %? $V=(R/N) \cdot 100\%$	Ущерб от наступления рискового события (потери времени) $У$, дни	Ущерб от наступления рискового события, %	Значимость риска (А, В или С)
1	2	3	4	5	6	7	8
6	Необходимость проведения дополнительных испытаний из-за неполноты сертификатных данных	100	46	46	70	11,3	А
8	Необходимость проведения доработки материала для доведения его до требований ГОСТ, ТУ	100	25	25	280	45,2	А
9	Оформление актов разрешения на замену материалов	100	50	50	80	12,9	А
10	Поставка некачественного материала	100	7	7	75	12,1	В

Оценивание финансового ущерба $У_{\phi}$ от наступления рискового события в процентах (графа 7) осуществляется по формуле

$$У_{\phi} = \frac{У, \text{руб.}}{\text{планируемый объем выпуска товарной продукции, руб.}} \times 100 \%,$$

оценивание ущерба от потери времени $У_{в}$ – по формуле

$$У_{в} = \frac{У, \text{дни}}{\text{фонд рабочего времени на выполнение работ (договорных обязательств), дни, чел./дн.}} \times 100 \%$$

Фонд рабочего времени на выполнение работ определяется по формуле

$$\Phi_{\text{рвр}} = N_{\text{чел}} \cdot N_{\text{дн}}$$

где $N_{\text{чел}}$ – количество человек; $N_{\text{дн}}$ – количество дней.

Анализ выявленных рисков (см. табл. 2) показывает, что из общего перечня возможных рисков по процессу «Управление закупками материалов» в IV квартале 2021 г. имели место риски № 6, № 8, № 9, которые в соответствии с данными табл. 3 отнесены к группе А, т.е. к значительным рискам, и риск № 10, который в соответствии с табл. 3, отнесен к группе В, т.е. к умеренным рискам, однако поставка, например, некачественного материала со специальными характеристиками может существенно затормозить ход производственного процесса. Поэтому этот риск также должен быть снижен.

Т а б л и ц а 3

Таблица ранжирования рисков

Вероятность возникновения риска	Влияние риска (ущерб от наступления рискового события, %)		
	Незначительное (до 10 %)	Умеренное (от 10 до 45 %)	Значительное (более 45 %)
Низкая (до 10 %)	С	В	А
Средняя (от 10 до 45 %)	В	В	А
Высокая (более 45 %)	В	А	А

Рекомендуются следующие меры:

– по рискам 6, 8, 9 – закупка материалов отделом материально-технического обеспечения (ОМТО) у поставщиков, имеющих высокую степень надежности, в строгом соответствии с рабочей конструкторской документацией или сводной ведомостью на материалы;

– по риску 10 – пересмотр поставщика.

На основании полученной информации проведем анализ и оценку остаточных рисков (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Карта остаточных рисков

№	Перечень рисковых событий, описание риска	Статистические данные за период IV квартал 2021 г.					
		Общее количество позиций выполненных работ (заказ, договор, единицы оборудования и др.) N, шт.	Количество позиций, по которым имели место рисковые события R, шт.	Вероятность наступления рискового события, %, $V=(R/N) \cdot 100\%$	Ущерб от наступления рискового события (потери времени) У, дни	Ущерб от наступления рискового события, %	Значимость риска (А, В или С)
1	2	3	4	5	6	7	8
6	Необходимость проведения дополнительных испытаний из-за неполноты сертификатных данных	100	37	37	56	9,0	В

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Необходимость проведения доработки материала для доведения его до требований ГОСТ, ТУ	100	15	15	168	27,1	В
9	Оформление актов разрешения на замену материалов	100	50	50	80	12,9	А
10	Поставка некачественного материала	100	2	2	22	3,5	С

Результаты анализа и оценки остаточных рисков показали, что риски №№ 6 и 8 приобрели статус умеренных, вместе с тем, несмотря на принятые в течение отчетного квартала меры, риск № 9 остался значимым, что требует продолжения работы по его снижению за счет приобретения материалов у надежных поставщиков и в строгом соответствии с РКД или сводной ведомостью на материалы, создания лимитированных запасов часто применяемых материалов, а риск № 10 стал незначительным за счет пересмотра поставщика.

В связи с этим необходимо уделить особое внимание всем выявленным в отчетном квартале рискам, т.к. не удалось снизить ущерб от их наступления, соответственно, потери ресурсов продолжают оставаться значимыми и умеренными, что создает напряженность в работе ОМТО и может привести к срыву сроков поставки оборудования заказчику, что, в свою очередь, может привести к штрафным санкциям.

Отчет о мониторинге рисков, выявленных по процессу «Управление закупками материалов» за IV квартал 2021 г., представлен в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Отчет о мониторинге рисков

Индекс риска	Рисковое событие, описание риска	Значимость выявленного риска (А, В или С)	Мероприятие по риску	Ответственный за реализацию мероприятия	Значимость остаточного риска А, В или С
1	2	3	4	5	6
6	Необходимость проведения дополнительных испытаний из-за неполноты сертификатных данных	А	Прекращение работы с ненадежным поставщиком, исключение его из Перечня надежных поставщиков	Руководители проектов	В
8	Необходимость проведения доработки материала для доведения его до требований ГОСТ, ТУ	А	Пересмотр поставщика	Руководители проектов	В

1	2	3	4	5	6
9	Оформление актов разрешения на замену материалов	А	Приобретение материалов строго по РКД или сводной ведомости у надежных поставщиков, создание лимитированных запасов часто применяемых материалов	Руководители проектов	А
10	Поставка некачественного материала	В	Пересмотр поставщика	Руководители проектов	С

Данный алгоритм идентификации, анализа и оценки рисков можно использовать как для процесса «Управление закупками», так и для любого процесса системы менеджмента качества организации и применять организациям любых форм собственности и отраслей промышленности, что позволит им минимизировать затраты на устранение несоответствий продукции/процессов и в итоге повысить свою конкурентоспособность.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ИСО 9001:2015). Системы менеджмента качества. Требования. – М., 2015.
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М., 2010.
3. Балдин, К.В. Риск-менеджмент / К.В. Балдин. – М.: Эксмо, 2006. – 368 с.
4. Васин, С.М. Система управления рисками на предприятии / С.М. Васин. – М.: Кнорус, 2016. – 255 с.
5. Бардина, Т.Н. Управление рисками процессов системы менеджмента качества / Т.Н. Бардина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов // Дневник науки. – 2019. – № 1 (25). – С. 14.
6. Гришина, Т.Г. Риск как неопределенность в принятии решений / Т.Г. Гришина, А.Н. Феофанов // Экономика и управление в машиностроении. – 2013. – № 6. – С. 24–27.
7. Камышев, А. Принципы и концепция реализации системы менеджмента рисков / А. Камышев // Методы менеджмента качества. – 2017. – № 7. – С. 24–31.
8. Скрипко, Л.Е. Проблемы реализации требований стандарта ISO 9001: возможности преодоления / Л.Е. Скрипко // Методы менеджмента качества. – 2019. – № 10. – С. 16–22.

References

1. GOST R ISO 9001-2015 (ISO 9001: 2015). Quality management systems. Requirements. – М., 2015.
2. GOST R ISO 31000-2010. Risk management. Principles and guidelines. – М., 2010.
3. Baldin, K.V. Risk management / K.V. Baldin. – М.: Eksmo, 2006. – 368 p.

-
4. Vasin, S.M. Enterprise risk management system / S.M. Vasin. – M.: Knorus, 2016. – 255 p.
 5. Bardina, T.N. Risk Management of Quality Management System Processes / T.N. Bardina, L.V. Makarova, R.V. Tarasov // Diary of science. – 2019. – No. 1 (25). – P. 14.
 6. Grishina, T.G. Risk as uncertainty in decision making / T.G. Grishina, A.N. Feofanov // Economics and Management in Mechanical Engineering. – 2013. – No. 6. – P. 24–27.
 7. Kamyshev, A. Principles and concept of risk management system implementation / A. Kamyshev // Quality management methods. – 2017. – No. 7. – P. 24–31.
 8. Skripko, L.Ye. Problems of implementing the requirements of ISO 9001: Possibilities of overcoming / L.Ye. Skripko // Methods of quality management. – 2019. – No. 10. – P. 16–22.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Светалкина Мария Анатольевна,
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Управление качеством
и технология строительного производства»
E-mail: adikaevka_01@mail.ru

Петухова Надежда Алексеевна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Управление качеством
и технология строительного производства»
E-mail: npetukhova58@mail.ru

Слабыня Анастасия Владимировна,
студентка

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Svetalkina Maria Anatolyevna,
Candidate of Sciences, Associate Professor
of the department «Quality Management and
Construction Technologies»
E-mail: adikaevka_01@mail.ru

Petukhova Nadezhda Alekseevna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the
department «Quality Management and
Construction Technologies»
E-mail: npetukhova58@mail.ru

Slabynya Anastasia Vladimirovna,
Student

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИОНАЛЬНО- СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ

М.А. Светалкина, Н.А. Петухова, А.В. Слабыня

Рассмотрен пример применения функционально-стоимостного анализа для оценки уровня конкурентоспособности фармацевтической продукции на предприятии ПАО «Биосинтез».

Ключевые слова: фармацевтическое предприятие, функционально-стоимостный анализ, ФСА, конкуренты, рейтинговая оценка

RATING EVALUATION OF COMPETITORS USING FUNCTIONAL AND COST ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF A PHARMACEUTICAL INDUSTRY ENTERPRISE

M.A. Svetalkina, N.A. Petuhova, A.V. Slabynya

The article considers an example of the use of functional and cost analysis to assess the level of competitiveness of pharmaceutical products at the enterprises of PJSC Biosynthesis.

Keywords: pharmaceutical enterprise, functional and cost analysis, FSA, competitors, rating assessment

Введение

Оценка конкурентоспособности предприятия всегда предполагает необходимость сравнения собственных показателей с идентичными показателями предприятий-конкурентов. При этом конкурентоспособное на одних рынках предприятие может не быть таковым на других [1, 2].

Теоретический анализ

Оценка конкурентоспособности предприятия основывается на анализе его технологических, производственных, финансовых и сбытовых возможностей. Она призвана определить потенциальные возможности фирмы и мероприятия, необхо-

димые для обеспечения конкурентных позиций. Такая оценка содержит следующие показатели [3]:

- потребность в капиталовложениях;
- ассортимент конкурентоспособной продукции, ее объемы и стоимость;
- выбор рынков или их сегментов для каждого продукта;
- потребность в средствах на формирование спроса и стимулирование сбыта;
- выпуск высококачественной и надежной продукции с постоянным ее обновлением.

Методика

Одним из инструментов оценки конкурентоспособности предприятия является функционально-стоимостный анализ (ФСА).

Функционально-стоимостный анализ – метод системного исследования функций отдельного изделия или технологического, производственного процесса, организационной структуры, ориентированный на повышение эффективности использования ресурсов путем оптимизации соотношения между потребительскими свойствами объекта исследования и затратами на его разработку, производство и эксплуатацию [4].

Основные задачи ФСА [5]:

- достижение оптимального соотношения между полезным эффектом объекта и совокупными затратами за его жизненный цикл;
- нахождение совершенно новых технических решений за счет применения функционального подхода;
- снижение расхода ресурсов разных видов по стадиям жизненного цикла объекта за счет ликвидации или сокращения вспомогательных и вредных (ненужных) функций объекта.

Рассмотрим процедуру ФСА на примере производства препарата «Цитрамон П», выпускаемого на пензенском предприятии ПАО «Биосинтез».

Сравним предприятия по производству «Цитрамона П» по следующим показателями конкурентоспособности:

- количество таблеток в упаковке;
- вид упаковки;
- срок годности;
- количество противопоказаний;
- наличие сайта и его информативность.

Экспериментальная часть

Основными конкурентами ПАО «Биосинтез» в России являются:

- ООО «Авексима Сибирь», г. Анжеро-Судженск;
- «Renewal», г. Новосибирск.

Занесем основные показатели конкурентоспособности в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели конкурентоспособности

Наименование предприятия	Характеристики	Значения характеристик
1	2	3
ООО «Авексима Сибирь», г. Анжеро-Судженск	Количество таблеток в упаковке	10, 20
	Вид упаковки	2
	Срок годности	4
	Количество противопоказаний	20
	Наличие сайта и его информативность	Плохо; отсутствуют ссылки на пункты продаж

1	2	3
«Renewal», г. Новосибирск	Количество таблеток в упаковке	10, 6
	Вид упаковки	4
	Срок годности	4
	Количество противопоказаний	16
	Наличие сайта и его информативность	Хорошо; есть ссылки на пункты продаж
ПАО «Биосинтез», г. Пенза	Количество таблеток в упаковке	10
	Вид упаковки	1
	Срок годности	4
	Количество противопоказаний	15
	Наличие сайта и его информативность	Плохо; отсутствуют ссылки на пункты продаж

Распределение стоимости «Цитрамона П» представлено следующими данными:

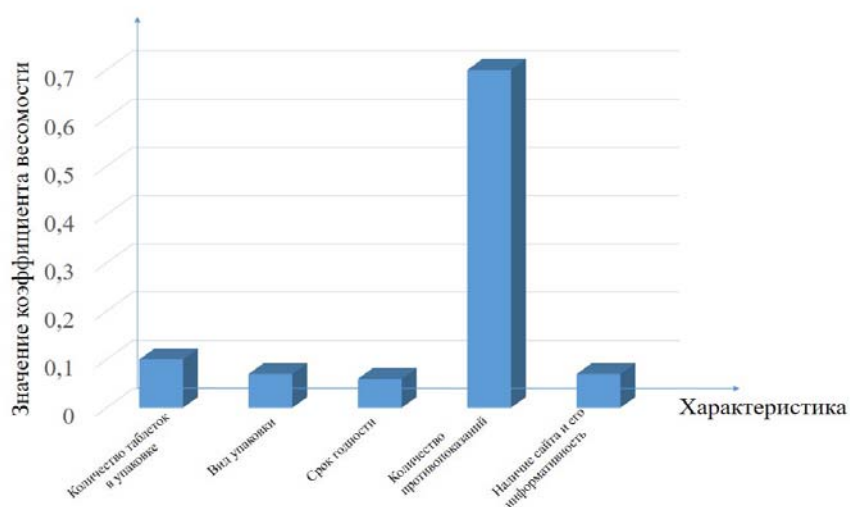
- «Renewal», г. Новосибирск – 107 руб.;
- ПАО «Биосинтез», г. Пенза – 95 руб.;
- ООО «Авексима Сибирь», г. Анжеро-Судженск – 89 руб.

Для проведения анализа главным условием является оценка значимости каждой из представленных характеристик. Для этого был проведен экспертный опрос, в котором принимали участие жители города Пензы. Расчет коэффициентов весомости проводился по формуле

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^N R_j}{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n R_i}, \quad (1)$$

где n – количество оцениваемых свойств; R_i, R_j – ранги, поставленные экспертами по i -му, j -му свойствам; N – количество экспертов.

Результаты расчета представлены на рисунке.



Значение коэффициентов весомости

Результаты

Результаты сравнительного анализа по каждой из характеристик представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Результаты сопоставительного анализа

Наименование предприятия				R_i	$m_{\text{абс}}$	$m_{\text{отн}}$
Сравнение по номенклатуре						
ООО «Авексима Сибирь»	1,0	1,0	1,5	3,5	12,25	0,41
«Renewal»	1,0	1,0	1,5	3,5	12,25	0,41
ПАО «Биосинтез»	0,5	0,5	1,0	2,0	5,5	0,18
				Σ	30	1,0
Сравнение по виду упаковок						
ООО «Авексима Сибирь»	1,0	0,5	1,5	3	8	0,32
«Renewal»	1,5	1,0	1,5	4	11,5	0,46
ПАО «Биосинтез»	0,5	0,5	1,0	2	5,5	0,22
				Σ	25	
Сравнение по сроку годности						
ООО «Авексима Сибирь»	1,0	1,0	1,0	3	9	0,33
«Renewal»	1,0	1,0	1,0	3	9	0,33
ПАО «Биосинтез»	1,0	1,0	1,0	3	9	0,33
				Σ	27	
Сравнение по количеству противопоказаний						
ООО «Авексима Сибирь»	1,0	1,5	1,5	4	11,5	0,46
«Renewal»	0,5	1,0	1,5	3	8	0,32
ПАО «Биосинтез»	0,5	0,5	1,0	2	5,5	0,22
				Σ	25	
Сравнение по наличию сайта и его информативности						
ООО «Авексима Сибирь»	1,0	0,5	1,0	2,5	7,5	0,27
«Renewal»	1,5	1,0	1,5	4,5	12	0,45
ПАО «Биосинтез»	1,0	0,5	1,0	2,5	7,25	0,27
				Σ	26,5	

Приоритет продукта рассчитывался по формуле

$$P_i = \sum_{j=1}^n b_j^{\text{отн}} P_{ij}^{\text{отн}}, \quad (2)$$

где P_i – комплексный приоритет; b_j – значимость целевой аудитории; P_{ij} – значимость функции.

Расчёты приоритетов продукта, отнесенного к единице стоимости, представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Приоритеты продукта с учётом приоритета, отнесенного к единице стоимости

Показатели	Количество таблеток в упаковке	Вид упаковки (по количеству таблеток)	Срок годности	Количество противопоказаний	Наличие сайта и его информативность	Итого
ООО «Авексима Сибирь»	0,41	0,32	0,33	0,46	0,27	
«Renewal»	0,41	0,46	0,33	0,32	0,45	
ПАО «Биосинтез»	0,18	0,22	0,33	0,22	0,27	
Значимость характеристики	0,19	0,15	0,24	0,3	0,12	
Комплексный приоритет ООО «Авексима Сибирь»	0,08	0,05	0,08	0,14	0,03	∑0,38
Комплексный приоритет «Renewal»	0,08	0,07	0,08	0,1	0,05	∑0,38
Комплексный приоритет ПАО «Биосинтез»	0,03	0,03	0,08	0,07	0,03	∑0,24

Анализ значимости комплексного приоритета показал, что продукция производителей по показателям конкурентоспособности располагается следующим образом:

ПАО «Биосинтез» < «Renewal» = ООО «Авексима Сибирь».

По исследуемым характеристикам наиболее конкурентоспособными являются предприятия компании «Renewal» и ООО «Авексима Сибирь».

Отнесем к единице стоимости комплексные приоритеты:

$$Q_{\text{Авексима Сибирь}} = 0,38/83 = 0,005,$$

$$Q_{\text{Renewal}} = 0,38/107 = 0,004,$$

$$Q_{\text{Биосинтез}} = 0,24/95 = 0,002,$$

$$Q_{\text{Биосинтез}} < Q_{\text{Renewal}} < Q_{\text{Авексима Сибирь}}.$$

При отношении показателей приоритетов к единице стоимости неравенство изменилось. Более конкурентоспособным по рассматриваемым характеристикам является предприятие ООО «Авексима Сибирь».

Предлагаемая методика рейтинговой оценки конкурентов позволяет предприятию разработать стратегию для повышения конкурентоспособности препарата «Цитрамон П».

В основу стратегии могут быть положены следующие рекомендации:

- разработка новой, более узнаваемой упаковки;
- разнообразие вида упаковки по количеству таблеток;
- разработка возможности заказов продукции через официальный сайт;
- улучшение информативности сайта.

Список литературы

1. Мелихов, А.В. Качество и конкурентоспособность / А.В. Мелихов, В.А. Новиков, Ю.П. Зубков // Компетентность. – 2013. – № 4(105). – С. 24–32.
2. Климова, Н.В. Качество, конкурентоспособность продукции и результаты функционирования предприятий / Н.В. Климова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2001. – № 6. – С.113–117.
3. Гильмитдинов, Ш.Г. Оценка конкурентоспособности предприятия на основе использования комплексного показателя / Ш.Г. Гильмитдинов // Проблемы современной экономики. – 2012. – №1. – С. 121–123.
4. Никитина, Е.Б. Функционально-стоимостный анализ / Е.Б. Никитина. – Электронные данные. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. – 7 с.
5. Фатхутдинов, Р.А. Стратегический маркетинг / Р.А. Фатхутдинов. – М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2000. – 234 с.

References

1. Melikhov, A.V. Quality and competitiveness / A.V. Melikhov, V.A. Novikov, Yu.P. Zubkov // Competence. – 2013. – № 4(105). – P. 24–32.
2. Klimova, N.V. Quality, competitiveness of products and the results of the functioning of enterprises / N.V. Klimova // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2001. – No. 6. – P.113–117.
3. Gilmitdinov, Sh.G. Assessment of the competitiveness of an enterprise based on the use of a complex indicator / Sh.G. Gilmitdinov // Problems of the modern economy. – 2012. – No. 1. – P. 121–123
4. Nikitina, E.B. Functional cost analysis / E.B. Nikitina. – Electronic data. – Perm: Perm State National Research University, 2021. – 7 p.
5. Fatkhutdinov, R.A. Strategic marketing / R.A. Fatkhutdinov. – M.: CJSC «Business School «Intel-Synthesis», 2000. – 234 p.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Тарасов Роман Викторович,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Управление качеством
и технология строительного производства»

Давлатов Амирджон Сафаралиевич,
студент

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Tarasov Roman Viktorovich,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the
department «Quality management and
construction technologies»

Davlatov Amirjon Safaralievich,
Student

ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Р.В. Тарасов, А.С. Давлатов

Для эффективного управления производством необходим регулярный мониторинг уровня качества технологических процессов, позволяющий оценить их способность производить высококачественную продукцию. Представлена методика оценки уровня качества технологического процесса по комплексу показателей при производстве продукции строительного назначения.

Ключевые слова: воспроизводимость процесса, стабильность процесса, уровень качества, уровень дефектности

ASSESSMENT OF THE QUALITY LEVEL OF PRODUCTION PROCESSES

R.V. Tarasov, A.S. Davlatov

Effective production management requires regular monitoring of the quality level of technological processes to assess their ability to produce high-quality products. The article presents a methodology for assessing the quality level of the technological process according to a set of indicators in the production of construction products.

Keywords: process reproducibility, process stability, quality level, defectiveness level

Основной задачей деятельности любого предприятия, в том числе и предприятий строительной индустрии, является производство качественной продукции, максимально удовлетворяющей пожеланиям потребителя [1]. Решение этой задачи возможно путем создания слаженной технологии производства с минимальными производственными потерями. Потери могут быть обусловлены рядом причин, связанных с несоблюдением технологии производства, использованием исходного сырья низкого качества, неэффективной работой персонала и т.д.

Для своевременного обнаружения такого рода причин необходим регулярный мониторинг процесса производства с позиций оценки его уровня качества [2...4].

Для решения этой задачи предлагается использовать такие критерии, как:

- 1) состояние технологического процесса – характеристика производственного процесса, учитывающая его стабильность и воспроизводимость (C_p, C_{pk}) [5];
- 2) уровень дефектности продукции – доля дефектных единиц продукции, поступающей на контроль, или в потоке продукции за определённый интервал времени;
- 3) степень автоматизации процесса – совокупность методов и средств, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека;
- 4) реализация системы 5S – система организации и рационализации рабочего места, являющаяся одним из инструментов бережливого производства [6].

Данные для анализа каждого из вышеуказанных критериев представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Критерии для оценки уровня качества производственного процесса

№ п/п	Наименование критерия	Обозначение	Примечание
1	Состояние технологического процесса	K_1	Показатель, характеризующий состояние технологического процесса в баллах: 1 балл – производственный процесс нестабильный и невоспроизводимый 2 балла – производственный процесс стабильный, но невоспроизводимый 3 балла – производственный процесс стабильный и воспроизводимый
2	Уровень дефектности продукции	$K_2 = \frac{D_{i3}}{D_i}$	D_i – значение уровня дефектности при производстве продукции D_{i3} – эталонное значение уровня дефектности при производстве строительной продукции (для предприятий строительной индустрии не более 0,5 %) При K_2 : менее 0,5 – 1 балл; [0,5;1] – 2 балла; более 1 – 3 балла
3	Степень автоматизации процесса	K_3	1 балл – преобладает ручной труд 2 балла – частичная автоматизация технологического процесса 3 балла – полная автоматизация
4	Реализация системы 5S	K_4	1 балл – система 5S не внедрена 2 балла – система 5S частично реализована 3 балла – система 5S эффективно функционирует

Итоговое значение показателя уровня качества производственного процесса определяется по формуле

$$Y_k = \sum_{i=0}^4 K_i .$$

Для оценки уровня качества производственного процесса предлагается использовать следующую лингвистическую шкалу:

1. Высокий уровень организации производственного процесса – не менее 11 баллов.
2. Средний уровень организации производственного процесса – [7;11) баллов.
3. Низкий уровень организации производственного процесса – не более 7 баллов.

Проведем оценку уровня качества технологических процессов, связанных с производством строительных материалов, изделий и конструкций, на примере деятельности ведущих предприятий строительной индустрии г. Пензы (ОАО «ЖБК-1», ООО «Бетониум», ООО «ПУС»).

Оценка состояния технологического процесса (стабильность и воспроизводимость) выполнялась по показателю предела прочности при сжатии (кгс/см^2) на примере производства железобетонных свай (рис.1–3).

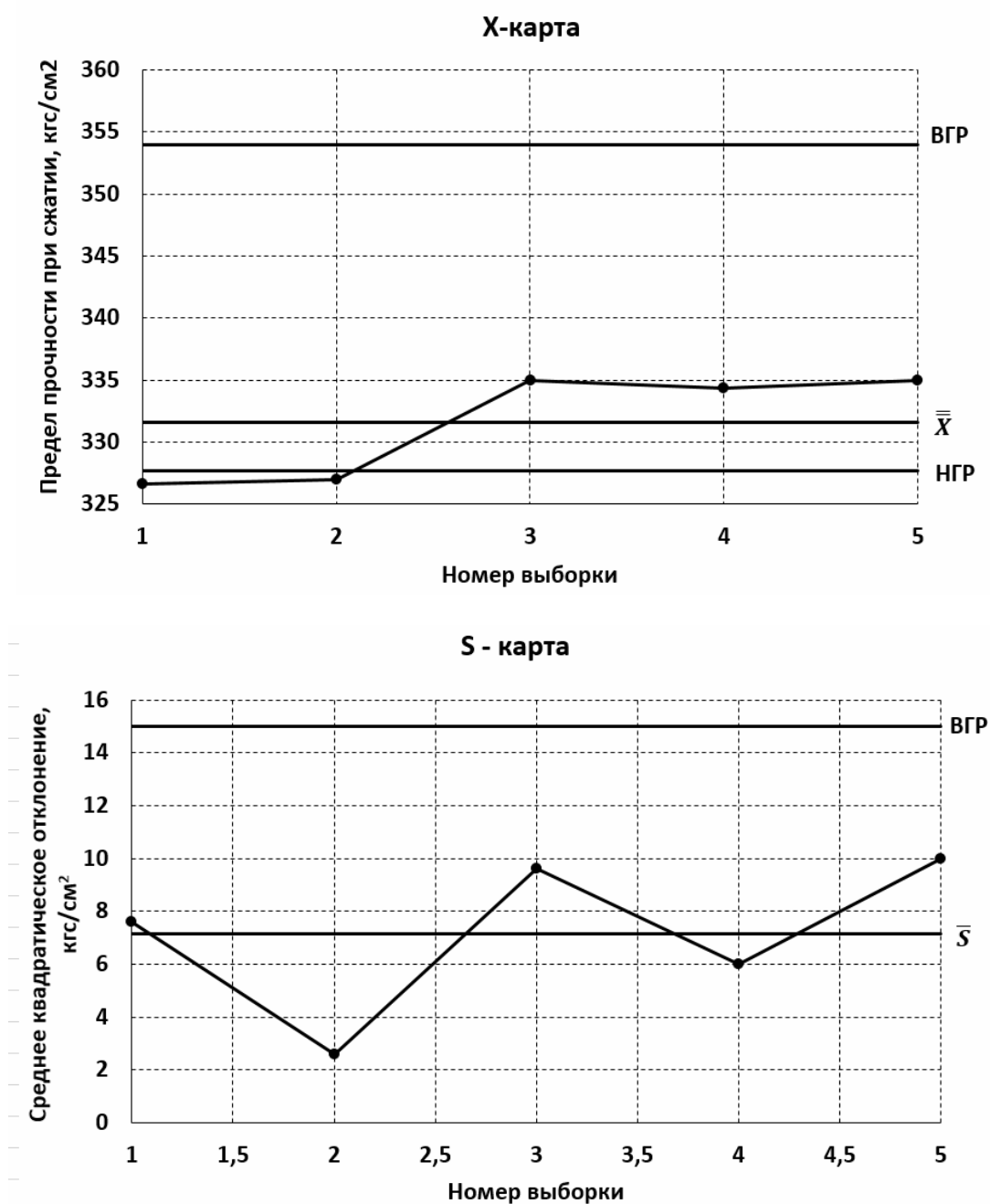


Рис. 1. X-S-карта для ОАО «ЖБК-1»

Анализ результатов, представленных на рис. 1, показал, что производство каркасных свай на предприятии ОАО «ЖБК-1» является нестабильным и невоспроизводимым, что требует вмешательства линейного персонала и высшего руководства.

Процесс производства на предприятия ООО «ПУС» (рис. 2) является статистически стабильным, но невоспроизводимым, что свидетельствует о возможности производства продукции, не соответствующей установленным требованиям, что, в свою очередь, требует вмешательства линейного персонала.

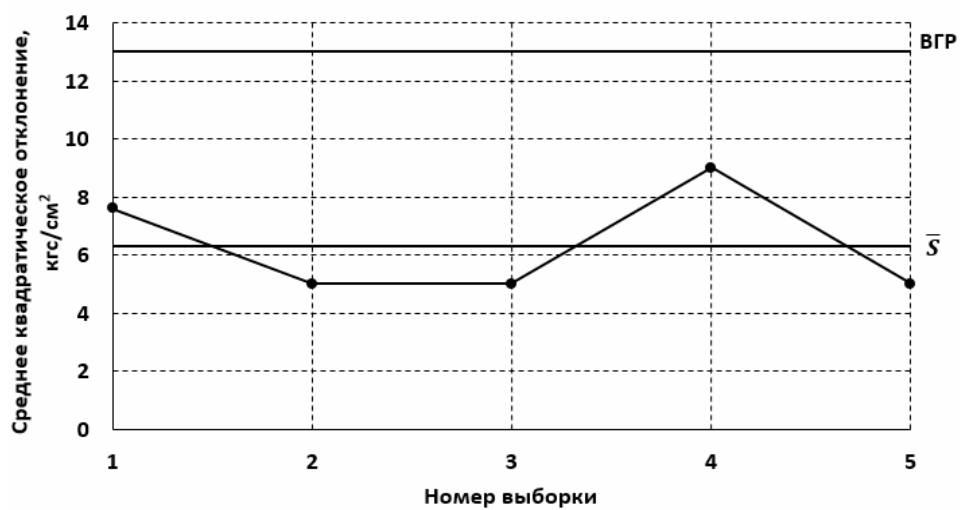
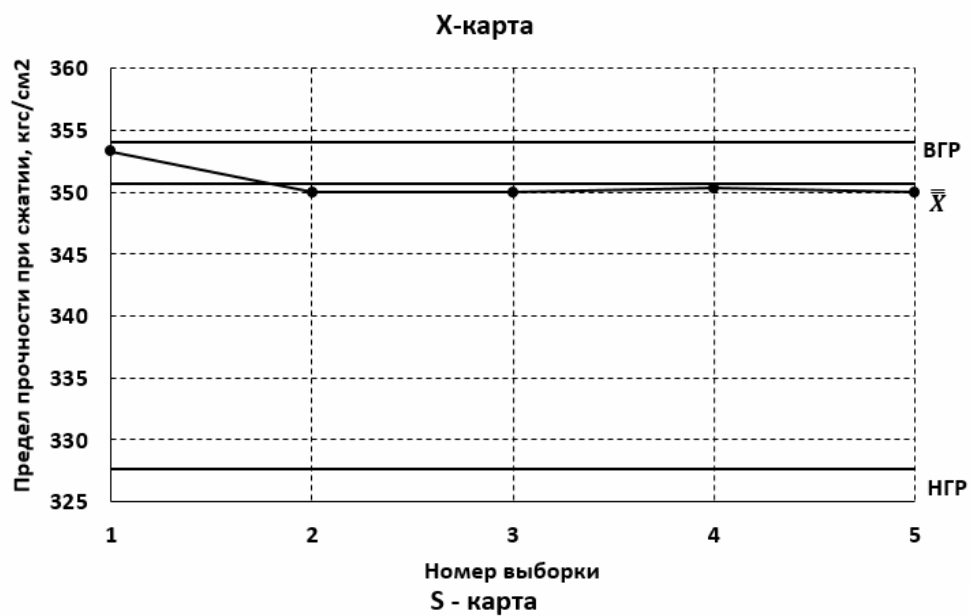


Рис. 2. X-S-карта для ООО «ПУС»

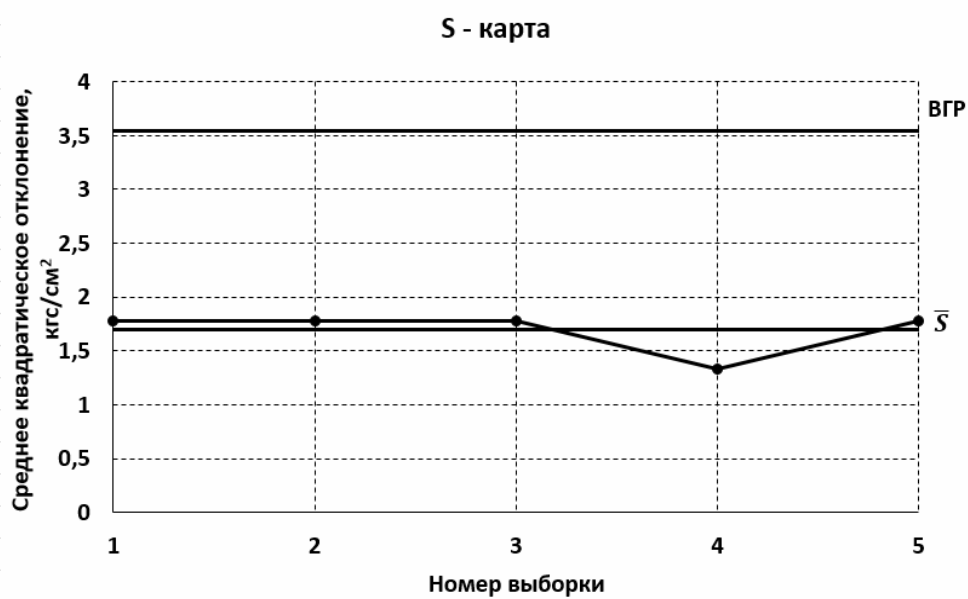


Рис. 3. X-S-карта для ООО «Бетониум»

Данные, приведённые на рис. 3, говорят о стабильности и воспроизводимости процесса производства продукции на предприятии ООО «Бетониум», что является показателем структурированности и управляемости, а значит, эффективности технологического процесса.

Значения индексов воспроизводимости, фактические значения уровня дефектности, степени автоматизации процесса и реализации системы 5S на оцениваемых предприятиях представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Результаты оценки уровня качества производственного процесса

Наименование предприятия	Состояние технологического процесса	Индекс воспроизводимости C_{pk}	Уровень дефектности, %	Степень автоматизации процесса	Реализация системы 5S	Уровень качества производственного процесса
ОАО «ЖБК-1»	Процесс нестабилен, невоспроизводим	0,62	0,33	Частичная автоматизация технологического процесса	Система 5S не внедрена	7
ООО «Бетониум»	Процесс стабилен, воспроизводим	2,61	0,5	Частичная автоматизация технологического процесса	Система 5S эффективно функционирует	10
ООО «ПУС»	Процесс стабилен, невоспроизводим	0,7	0,5	Частичная автоматизация технологического процесса	Система 5S частично реализована	7

Анализ полученных результатов показал, что наиболее высокий уровень качества производственного процесса имеет предприятие ООО «Бетониум», что характеризует его возможности гарантированно обеспечить соответствие параметров выпускаемой продукции требованиям нормативной документации.

Таким образом, предлагаемая методика оценки качества процессов по совокупности предложенных критериев позволяет не только получить обобщенную оценку, но и провести сравнительный анализ качества производственных процессов основных конкурентов на рынке строительной продукции.

Список литературы

1. Логанина, В.И. Обеспечение качества и повышение конкурентоспособности строительной продукции: монография / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 176 с.
2. Логанина, В.И. Статистическое управление производством строительных изделий / В.И. Логанина, Б.Б. Хрусталева, Т.В. Учаева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 3(61). – С. 65–67.
3. Логанина, В.И. Достоверность контроля с учётом стабильности технологического процесса производства / В.И. Логанина, А.Н. Круглова, О.А. Давыдова // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. – Т.5, № 2(13). – С. 22–24.
4. Макарова, Л.В. Методический подход к обеспечению стабильности и качества технологических процессов / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, Д.В. Тарасов, О.Ф. Петрина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 1. – С. 120–123.
5. Шиндловский, Э. Статистические методы управления качеством / Э. Шиндловский, О. Щюрц. – М.: Мир, 1976. – 598 с.

6. Шипанов, М.С. Система 5С как инструмент оценки деятельности предприятия / М.С. Шипанов, А.В. Шабурова. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-5s-kak-instrument-otsenki-deyatelnosti-predpriyatiya/viewer>.

References

1. Loganina, V.I. Ensuring quality and improving the competitiveness of building products: monograph / V.I. Loganina, L.V. Makarova, R.V. Tarasov. – Penza: PGUAS, 2014. – 176 p.

2. Loganina, V.I. Statistical management of the production of building products / V.I. Loganina, B.B. Khrustaleva, T.V. Uchaeva // Eastern European Journal of Advanced Technologies. – 2013. – № 3(61). – P. 65–67.

3. Loganina, V.I. Reliability of control taking into account the stability of the technological process of production / V.I. Loganina, A.N. Kruglova, O.A. Davydova // Technological audit and production reserves. – 2013. – V.5, № 2(13). – P. 22–24.

4. Makarova, L.V. Methodical approach to ensuring the stability and quality of technological processes / L.V. Makarova, R.V. Tarasov, D.V. Tarasov, O.F. Petrina // Bulletin of the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. – 2015. – No. 1. – P. 120–123.

5. Shindlovsky, E. Statistical methods of quality management / E. Shindlovsky, O. Schyurts. – M.: Mir, 1976. – 598 p.

6. Shipanov, M.S. The 5C system as a tool for assessing the activities of an enterprise / M.S. Shipanov, A.V. Shaburova. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-5s-kak-instrument-otsenki-deyatelnosti-predpriyatiya/viewer>.

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Учаева Татьяна Владимировна,
кандидат экономических наук, доцент
кафедры «Экономика, организация и
управление производством»
E-mail: uchaevatv@mail.ru

Дронина Олеся Владимировна,
студентка
E-mail: lesadronina@gmail.com

Penza State University of Architecture
and Construction

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Uchaeva Tatiana Vladimirovna,
Candidate of Economic Sciences, Associate
Professor of the Department «Economics,
Organization and Management»
E-mail: uchaevatv@mail.ru

Dronina Olesya Vladimirovna,
Student
E-mail: lesadronina@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕНЗЕНСКОГО РЕГИОНА НА ОСНОВЕ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА

Т.В. Учаева, О.В. Дронина

Рассматривается вопрос повышения производительности труда строительных предприятий Пензенского региона на примере ООО «Магистраль». Проведен анализ производительности труда по виду деятельности «Строительство», определены факторы, влияющие на рост производительности, одним из которых является мотивация персонала за счет изменения оплаты труда. С помощью линейной функции определена зависимость уровня производительности от уровня заработной платы. Предложена новая форма оплаты труда, которая будет способствовать росту производительности.

Ключевые слова: производительность труда, мотивация персонала, оплата труда, строительное предприятие, Пензенский регион

INCREASE OF LABOR PRODUCTIVITY OF A CONSTRUCTION ENTERPRISE OF THE PENZA REGION ON THE BASIS OF STAFF MOTIVATION

T.V. Uchaeva, O.V. Dronina

The article deals with the issue of increasing the labor productivity of a construction enterprise of the Penza region on the example LLC «Magistral». The analysis of labor productivity according to the type of activity «Construction» in the region is carried out, the factors influencing productivity growth are determined, one of which is motivation of personnel, by changes in wages. Using a linear function, the article determines the dependence of the level of productivity from the level of wages. On the example of the enterprise, a new form of remuneration is proposed, which contributes to productivity growth.

Keywords: labor productivity, staff motivation, remuneration, construction company, Penza region

Строительная отрасль представляет собой одну из ключевых отраслей в создании материальных благ общества, а именно промышленных и инфраструктурных объектов, жилых и социальных объектов. При возведении зданий и объектов инфраструктуры сегодня широко применяются различные виды техники, но человеческий труд до сих пор вносит значительный вклад в конечный результат. Поэтому важную роль при определении эффективности затрат строительной отрасли играет расчет показателя производительности труда. Он показывает, насколько качественно используется тру-

довой ресурс в масштабах всей отрасли, а также позволяет определить направления повышения экономической эффективности строительства.

Строительство является одной из наиболее важных отраслей экономики Пензенского региона [1]. Строительная отрасль области объединяет более 2300 организаций, предприятий и ИП, на которых трудится около 29 тыс. человек. Доля отрасли в валовом региональном продукте составляет 6,5 %.

Рассмотрим динамику изменения производительности труда по виду деятельности «Строительство» [2] (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Производительность труда по виду деятельности «Строительство»

Годы	Объем выполненных работ, млн руб.	Среднегодовая численность работников, тыс. чел.	Производительность труда, млн руб. на тыс.чел.
2015	39423,9	24,4	1615,73
2016	33648,4	25,7	1309,28
2017	31959,5	24,3	1315,21
2018	31499,6	24,6	1280,47
2019	39153,0	25,4	1541,46
2020	45335,5	23,5	1929,17
2021	50011,7	24,3	2058,09

Как видно из таблицы, производительность труда имеет скачкообразную тенденцию к росту. Так, с 2015 по 2018 год показатель снизился на 20,7 %, затем, в период с 2018 по 2021 год, показатель вырос на 60,7 % (рис. 1).

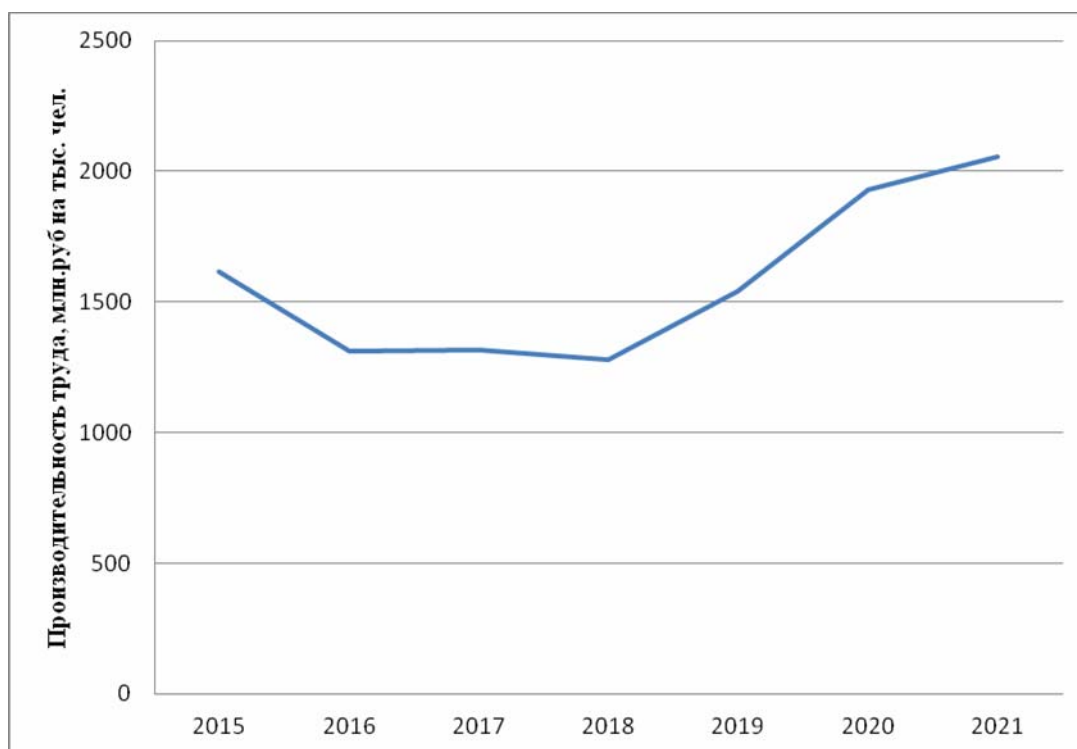


Рис. 1. Динамика производительности труда по годам по виду деятельности «Строительство»

За весь анализируемый период производительность труда увеличилась на 27,4 %. Тем не менее, среднегодовая численность работников в отдельные периоды снижалась, причиной чего часто оказывалась неправильная система мотивации труда персонала организаций, низкая оплата труда, которая является формой

вознаграждения за труд и важным стимулом работников предприятия, выполняя воспроизводственную, стимулирующую (мотивационную), социальную и учетную функции.

Факторами роста производительности труда [3, 4] могут быть мероприятия, представленные в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Факторы роста производительности труда строительного предприятия

Научно-технические	Организационные	Структурные	Социальные
<ul style="list-style-type: none"> – Внедрение новой техники и технологий – Механизация и автоматизация производства 	<ul style="list-style-type: none"> – Сокращение потерь от брака продукции – Участие в региональной программе по повышению производительности труда 	<ul style="list-style-type: none"> – Расширение объема производства 	<ul style="list-style-type: none"> – Изменение качественного уровня персонала – Изменение условий труда – Внедрение системы мотивации персонала за счет изменения заработной платы

Одним из эффективных факторов роста производительности является внедрение системы мотивации персонала [3, 4] за счет изменения формы оплаты труда.

На предприятиях строительного комплекса Пензенской области существует 2 вида оплаты труда – повременная и сдельная.

Для более простого и понятного расчета заработной платы, как для самих работников, так и для руководителей, рекомендуется перевести рабочих на индивидуальную сдельную систему оплаты труда, что позволит работникам контролировать размер заработной платы, зависящей от приложенных усилий.

Разработка новой модели системы оплаты труда и мотивации сотрудников предполагает разделение среднемесячного дохода на окладную (составляющую 60 % от действовавшей ранее) и премиальную (составляющую 40 % от совокупной почасовой оплаты сотрудника за месяц) части.

Приведем формулу расчета премиальной части заработной платы:

$$ЗП=40\%Т \cdot \text{Факт} + \sum_{\text{труд}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{овк}} \cdot K_{\text{внеш. кач}} \quad (1)$$

где ЗП – заработная плата, руб.; Т – часовая тарифная ставка; Факт – фактически отработанное время; $\sum_{\text{труд}}$ – сумма трудозатрат; $K_{\text{пр}}$ – коэффициент просрочки за месяц по предоставленным актам сдачи-приема выполненных работ; $K_{\text{овк}}$ – коэффициент оценки внутреннего качества выполненных работ; $K_{\text{внеш. кач}}$ – коэффициент оценки внешнего качества выполненных работ за месяц по предоставленным актам сдачи – приема выполненных работ.

Применение этой системы направлено на эффективное решение следующих задач:

- выполнение производственных заданий по каждому рабочему месту и производственному подразделению в целом;
- совершенствование организации труда и снижение трудоёмкости производства работ/услуг [5];
- рациональное использование материальных ресурсов и повышение качества выпускаемой продукции [6];
- повышение профессионального мастерства рабочих и на этой основе – широкое совмещение профессий;
- обеспечение планового прироста заработной платы в зависимости от роста производительности труда, повышение качества работ/услуг и рационального использования материальных ресурсов;
- дифференциация заработной платы с учётом квалификации и категории рабочих в соответствии с их трудовым вкладом и условиями труда.

Таким образом, предлагается изменить форму оплаты труда рабочих со старой сдельной оплаты труда на индивидуальную систему оплаты.

В Пензенской области по виду деятельности «Строительство» происходит снижение средней величины заработной платы с 2017 (27482,5 руб.) по 2021 (25337,2 руб.) годы на 7,8 %. Это свидетельствует о кризисе в отрасли, вызванном оптимизацией расходов предприятий [7].

Рассмотрим применение предложенной модели оплаты труда на примере строительного предприятия ООО «Магистраль». В реестре малого и среднего предпринимательства организация имеет статус микропредприятия. Главным направлением деятельности компании является деятельность в области архитектуры, связанная со зданиями и сооружениями.

Приведем схему расчета заработной платы, при этом за основу возьмем оклады работников, размеры часовой тарифной ставки для отдельных рабочих:

- строителей 4-го разряда – 118,16 руб. в час;
- механизаторов, занятых управлением строительными машинами, 1-го разряда – 92,1 руб. в час.

Фактически отработанное время – 21 день в месяц при 8-часовой рабочей неделе.

В качестве сдельного оклада рассматривается средняя величина заработной платы в 2021 году для вышеуказанных должностей.

Для первого расчета не учтены повышающие и понижающие коэффициенты.

Заработная плата составит:

ЗП строителя = $60 \% \cdot 21204 + 40 \% \cdot 118,16 \cdot 21 \cdot 8 = 20663$ руб.;

ЗП механизатора = $60 \% \cdot 21204 + 40 \% \cdot 92,1 \cdot 21 \cdot 8 = 18912$ руб.

Полученные результаты ниже фактических, что связано с отсутствием оценки качества работ. Далее рассчитаем размер заработной платы со следующими коэффициентами для строителя:

- $K_{пр} = 1$ (просрочек не было);
- $K_{овк} = 1,1$ (высокая оценка работ);
- $K_{внеш. кач} = 1,1$ (высокая оценка работ).

Коэффициенты для механизатора:

- $K_{пр} = 0,95$ (допущены просрочки);
- $K_{овк} = 1,1$ (высокая оценка работ);
- $K_{внеш. кач} = 1,05$ (средняя оценка работ).

Размеры заработной платы:

ЗП строителя = $40 \% \cdot 118,16 \cdot 21 \cdot 8 + 60 \% \cdot 21204 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 23334$ руб.;

ЗП механизатора = $40 \% \cdot 92,1 \cdot 21 \cdot 8 + 60 \% \cdot 21204 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 20149$ руб.

На рис. 2 представлены графики изменения заработной платы по трем расчетам:

- Ф – фактическая средняя;
- П1 – плановая без повышающих коэффициентов;
- П2 – плановая с повышающими коэффициентами.

Как видно из данных рисунка, размер заработной платы, рассчитанной по новой методике, зависит от квалификации работника и его должности, а также показателей качества труда.

В ходе исследования была выявлена зависимость уровня производительности труда от уровня заработной платы. Данная зависимость представляет собой линейную функцию (рис. 3).

Применение новой системы оплаты труда приведет к росту производительности труда. Увеличение заработной платы одного рабочего приведет дополнительно к росту объема работ. Определена зависимость изменения объема работ от изменения заработной платы, и произведен расчет нового объема работ (рис. 4).

Далее произведен расчет производительности труда работников ООО «Магистраль» при росте объема работ и при условии, что численность работников останется на уровне 2021 года – 167 человек (табл. 5).

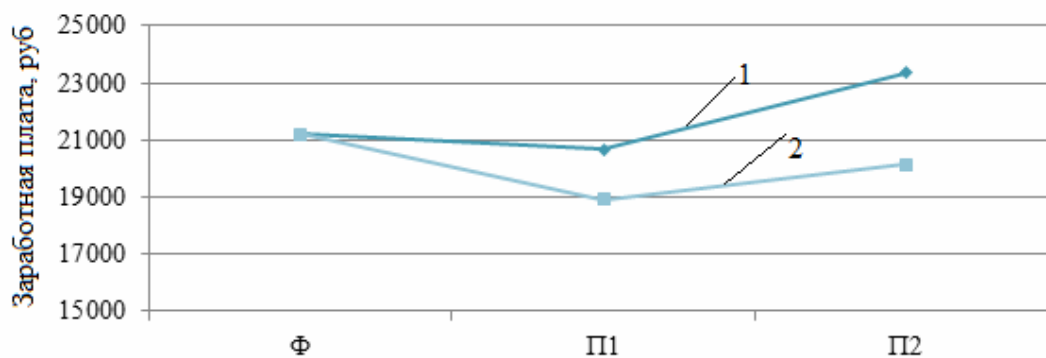


Рис. 2. Динамика изменения размера заработной платы, руб.:
1 – строитель; 2 – механизатор

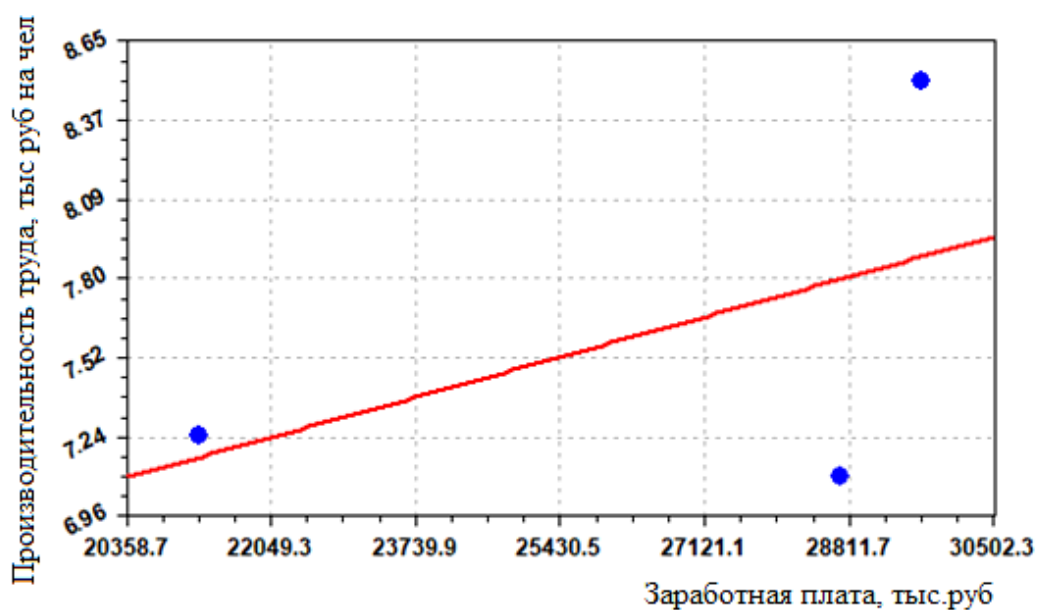


Рис. 3. Тренд производительности труда одного рабочего на предприятии
ООО «Магистраль» с 2018 г. по 2021 г.

Т а б л и ц а 5

Расчет новой производительность труда на предприятии ООО «Магистраль»

Показатель	2021	Прогноз 2022
Объем выполненных работ, тыс. руб.	1210	1464
Численность рабочих, чел.	167	167
Производительность труда, тыс.руб/чел	7,25	8,7

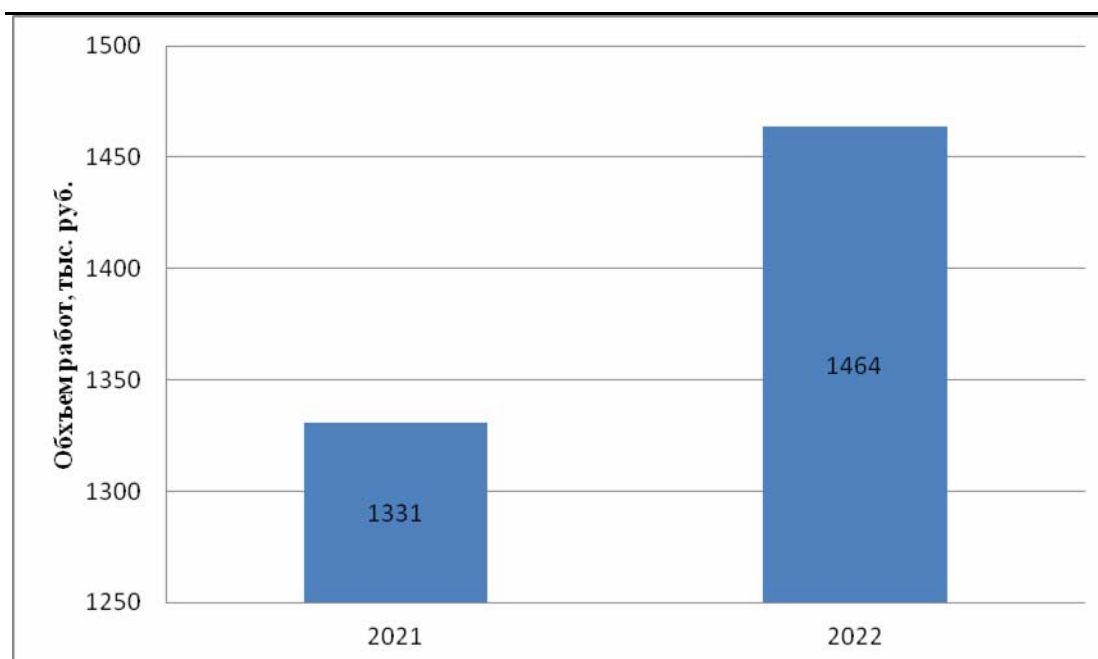


Рис. 4. Прогноз изменения объема работ ООО «Магистраль» при увеличении заработной платы

На рис. 5 представлен прогноз изменения производительности труда на 2022 год.

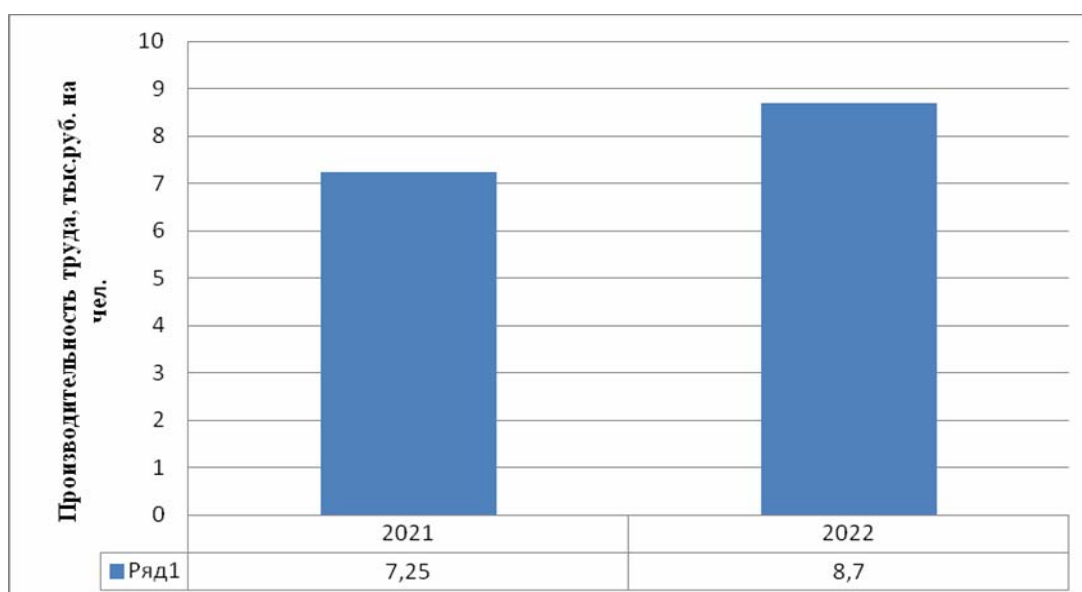


Рис. 5. Прогноз изменения производительности труда одного рабочего на предприятии ООО «Магистраль»

Как видно из данных табл. 5, вероятен рост производительности труда. По прогнозным значениям, производительность труда в 2022 году вырастет на 20 % по сравнению с 2021 годом.

Эффект предложенной формы оплаты труда в наиболее общем виде заключается, прежде всего, в росте производительности труда, основанном на управлении мотивацией работников.

Список литературы

1. Учаева, Т.В. Применение эффективной кадровой политики как метод повышения производительности труда строительного предприятия / Т.В. Учаева // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2021. – №2. – С.83–89.
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. – URL: <https://pnz.gks.ru/>
3. Учаева, Т.В. Повышение эффективности деятельности предприятия промышленности строительных материалов / Т.В. Учаева, О.В. Лонцакова // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2016. – №1. – С.37–41.
4. Учаева, Т.В. Применение эффективной системы мер по финансовому оздоровлению строительных предприятий на примере Пензенской области / Т.В. Учаева, Т.И. Хаметов // Московский экономический журнал. – 2019. – №13. – С.1–24. – DOI 10.24411/2413-046X-2019-10290.
5. Учаева, Т.В. Оценка конкурентоспособности строительных предприятий Пензенской области / Учаева Т.В., Мебадури З.А. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2019. – №3–4. – С. 50–54.
6. Учаева, Т.В. Управление качеством продукции как основной фактор конкурентоспособности строительной организации / Т.В. Учаева, З.А. Мебадури // Вестник БГТУ им.Шухова. – 2018. – №9. – С. 133–136.
7. Uchaeva, T.V. Application of an Effective Quality Management System at the Enterprises for the Production of Reinforced Concrete Products and Structures of the Penza Region / T.V. Uchaeva, Z.A. Mebaduri // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 753 (2020) 062002 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/753/6/062002

References

1. Uchaeva, T.V. Application of effective personnel policy as a method of increasing labor productivity of a construction enterprise / T.V. Uchaeva // Construction materials, equipment, technologies of the XXI century. – 2021. – No. 2. – P.83–89.
2. Official website of the Federal State Statistics Service for the Penza Region. – URL: <https://pnz.gks.ru/>
3. Uchaeva, T.V. Improving the efficiency of the enterprise of the construction materials industry / T.V. Uchaeva, O.V. Lonshchakova // Vestnik PGUAS: construction, science and education». – 2016. – No. 1. – P. 37–41.
4. Uchaeva, T.V. Application of an effective system of measures for financial recovery of construction enterprises on the example of the Penza region / T.V. Uchaeva, T.I. Khametov // Moscow Economic Journal. – 2019. – No. 13. – P.1–24. – DOI 10.24411/2413-046X-2019-10290
5. Uchaeva, T.V. Assessment of the competitiveness of construction enterprises of the Penza region / T.V. Uchaeva, Z.A. Mebaduri // Construction materials, equipment, technologies of the XXI century. – 2019. – No. 3–4. – P.50–54.
6. Uchaeva, T.V. Product quality management as the main factor of competitiveness of a construction organization / T.V. Uchaeva, Z.A. Mebaduri // Vestnik BSTU im. Shukhov. – 2018. – No. 9. – P.133–136.
7. Uchaeva, T.V. Application of an Effective Quality Management System at the Enterprises for the Production of Reinforced Concrete Products and Structures of the Penza Region / T.V. Uchaeva, Z.A. Mebaduri // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 753 (2020) 062002 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/753/6/062002

УДК 674.03:780.6

*Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Шурыгин Илья Сергеевич,
студент

Самошин Андрей Павлович,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технологии строительных материалов
и деревообработки»

*Penza State University of Architecture
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Shurygin Ilya Sergeevich,
Student

Samoshin Andrey Pavlovich,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the
Department «Technologies of Building Materials
and Woodworking»

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ ГОЛОВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИТАРНЫХ ГРИФОВ: КЛАССИФИКАЦИЯ, АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ

И.С. Шурыгин, А.П. Самошин

Приведены основные типы конструкций головных частей гитарных грифов, их характеристика, достоинства, недостатки и пути их устранения.

Ключевые слова: гитара, виды головных частей, классификация

THE MAIN TYPES OF DESIGNS OF HEAD PARTS OF GUITAR FINGERBOARD: CLASSIFICATION, ANALYSIS AND CHARACTERISTICS OF TYPICAL SOLUTIONS

I.S. Shurygin, A.P. Samoshin

This paper presents the main types of vulture heads designs, their characteristics, advantages, disadvantages and ways to eliminate them.

Keywords: guitars, types of head parts, classification

В рамках работы студенческого кружка по направлению подготовки 35.03.01 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» изучены конструкции гитарных грифов, их характеристика, достоинства, недостатки и пути их устранения.

Головой грифа (*англ. headstock*) называют его плоскую и, как правило, самую широкую часть, на которой размещаются колки – механизмы настройки, натягивающие струны. Существует великое множество форм голов, различающихся главным образом силуэтами, количеством и конфигурацией колков (6 в ряд, 3R+3L, 2R+4L, 6 в ряд реверсные и т.д.), однако по конструкции они часто повторяют друг друга. Выделяют три основных типа конструкции голов: прямая, наклонная цельная и наклонная склеенная [1,2]. Главным показателем, обуславливающим выбор конструкционного решения при проектировании инструмента, является угол наклона головы по

отношению к плоскости накладки грифа. Данный угол закладывается в конструкцию с целью обеспечения равномерного давления струн на порожек, которое не позволит им выскакивать из пропилов при игре. Охарактеризуем каждый тип подробнее.

1. Прямая голова грифа (англ. straight headstock). В данной конструкции, как нетрудно понять из названия, угол наклона головы равен нулю. Условно можно разделить её на следующие основные элементы (рис. 1): прямая площадка 1, на которой размещаются сквозные отверстия 2 для крепления колков, переход из верхней плоскости площадки в верхнюю плоскость грифа 3, на которую наклеивается накладка, и переход из нижней плоскости площадки в профилированную часть грифа 4. Переходы в разрезе представляют собой линии, кривизна которых зависит от перепада высот между соединяемыми ими элементами конструкции.

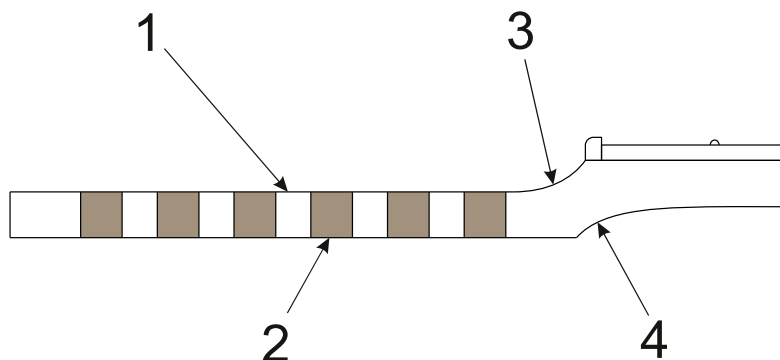


Рис. 1. Схема конструкции прямой головы

Такая конструкция имеет ряд серьёзных преимуществ:

- высокая прочность на изгиб, обеспечиваемая параллельным расположением волокон древесины по всей длине головы. Такую голову крайне трудно сломать, что заметно увеличивает долговечность эксплуатации;

- экономия материала. Данная конструкция признана самой дешёвой в производстве, так как для изготовления такого грифа достаточно заготовки толщиной всего в 20–30 мм, при этом объём отходов минимален.

Отсутствие угла наклона обуславливает очевидный недостаток прямой головы – неравномерное давление струн на порожек. Чем дальше от порожка находится колоч, на который намотана струна, тем слабее она прижимается к порожку. Объясняется это тем, что с увеличением расстояния между двумя опорными точками натянутой струны при их неизменной высоте угол наклона струны (часто называемый «углом перелома», англ. *breakup angle*) уменьшается, вследствие чего струна свободнее двигается в пропилах и может вылетать из него при активной игре. Существует два основных способа решения данной проблемы. Первый – установка ритейнеров (рис.2) – специальных прижимов, поджимающих струны к площадке, что обеспечивает необходимый угол перелома. Этот способ наиболее распространён в производстве прямоголовых инструментов, т.к. ритейнеры недороги и предельно просто устанавливаются на инструмент – достаточно просто вкрутить в площадку один или два небольших шурупа. Однако эти приспособления создают дополнительное трение о струны, что при некачественном материале и ненадлежащем уходе за инструментом может вызвать проблемы с настройкой. Другой способ призван решить эти проблемы. Он заключается в установке колочов с разной длиной штока (англ. *staggered tuners*) (рис.3), которые обеспечивают нужный перелом без дополнительных прижимных приспособлений путём простого изменения высоты точек опоры в порядке удаления от порожка. Данный способ менее распространён ввиду того, что такие колочки обычно стоят дороже, чем с одинаковой длиной штока, и найти их на рынке труднее.

а



б



Рис. 2. Виды струнных прижимов (ритейнеров):
а – сплошной ритейнер; б – парные ритейнеры



Рис. 3. Колки с переменной длиной штока (staggered shaft tuners)

2. Целая наклонная голова (*англ. angled headstock*). Такая конструкция считается каноничной, т.к. используется уже несколько веков при изготовлении струнных инструментов. В неё закладывается ненулевой угол наклона головы, что позволяет обеспечить равномерное прижатие струн к порожку без каких-либо прижимных приспособлений и специальных колков. По аналогии с прямой головой, можно разделить конструкцию на следующие элементы (рис. 4): площадку 1 со сквозными отверстиями 2 и переход из нижней части площадки в профилированную часть грифа 3. Верхний переход отсутствует, т.к. плоскости площадки и накладке пересекаются по линии порожка.

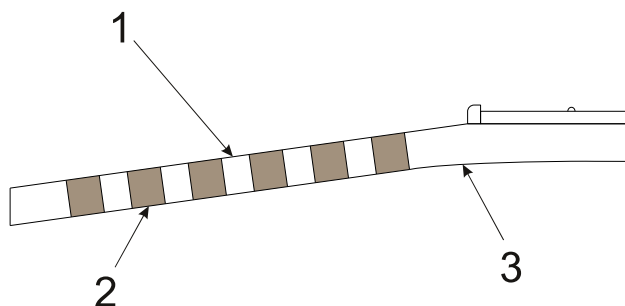


Рис. 4. Схема конструкции целой наклонной головы

Однако наличие угла, по сути, единственное преимущество наклонной головы в сравнении с прямой. Конструкция имеет следующие недостатки:

- низкая прочность. Она обусловлена тем, что из-за присутствия в конструкции ненулевого угла в самой голове волокна становятся короче и располагаются под углом к площадке, вследствие чего она выдерживает меньшие нагрузки на сжатие и изгиб;

- большой расход материала. Технология изготовления такого грифа подразумевает вырезание его целиком из одной заготовки, что с учётом угла наклона приводит к увеличению толщины заготовки (45–70 мм) и значительному повышению объёма отходов (более 50 % объёма заготовки). При использовании в производстве экзотических пород древесины такая технология приводит к значительному повышению себестоимости изделия.

Перечисленные недостатки имеют неразрывную связь с углом наклона: при его увеличении снижается прочность конструкции, увеличивается толщина заготовок и растёт объём отходов. Как показывает практика, наиболее целесообразно применять такую технологию при величинах угла, не превышающих 8° . В этих пределах расход материала относительно невелик, и конструкция имеет приемлемый запас прочности. Головы, угол наклона которых составляет более 10° , склонны относительно легко ломаться, порой под воздействием даже незначительных внешних усилий. Зарегистрировано множество подобных случаев (рис. 5), в том числе среди гитар известных брендов и высоких ценовых категорий.

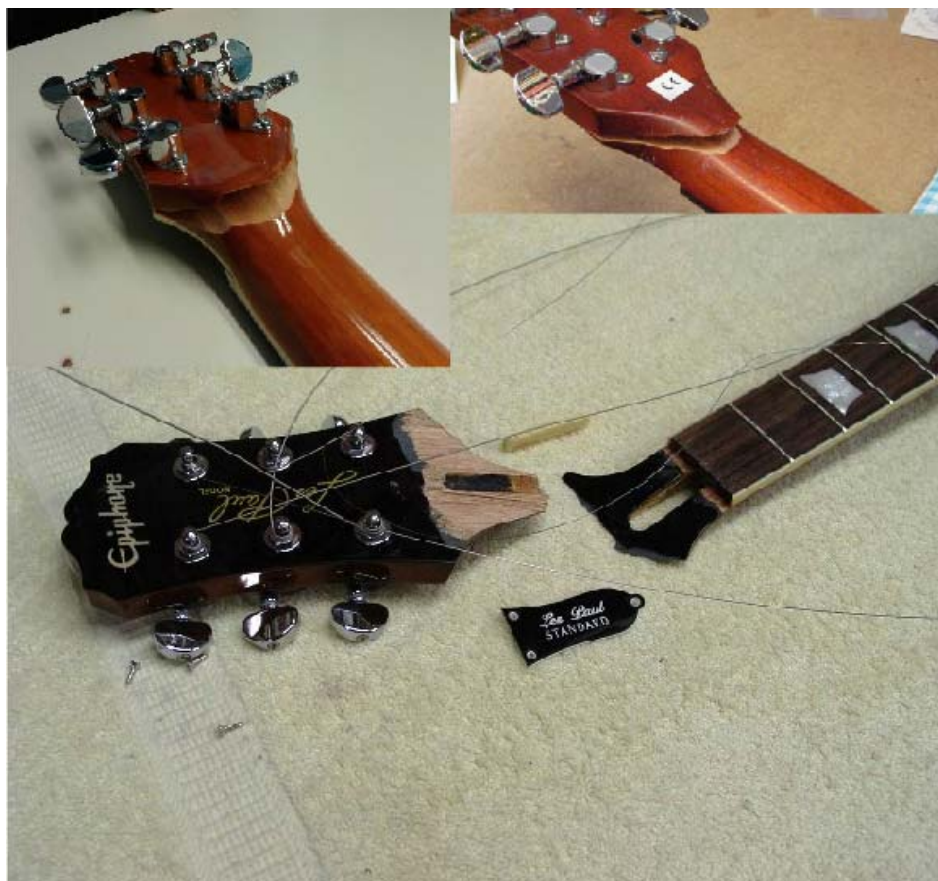


Рис. 5. Примеры поломки цельной головы грифа

В среде музыкантов распространено мнение о том, что при транспортировке инструментов с наклонными головами струны необходимо снимать или ослаблять, т.к. их натяжение создаёт сильное изгибающее воздействие на конструкцию. Короткие волокна при этом находятся в сильно напряжённом состоянии, что при воздействии внешних сил может привести к увеличению напряжений до критического уровня, что, в свою очередь, приводит к разрушению волокон. Эта гипотеза неоднократно оспари-

валась, но эти споры, как правило, не были подкреплены достоверными теоретическими и экспериментальными аргументами.

Для укрепления конструкции рекомендуется делать утолщение (*англ. volute*) (рис. 6) в районе нижнего перехода, повышающее устойчивость головы к изгибающим и растягивающим нагрузкам.



Рис. 6. Утолщение головы грифа

3. Склеенная наклонная голова грифа (*англ. scarf-joint headstock*). Данная конструкция используется в качестве альтернативы цельным наклонным головам. Она состоит из тех же элементов, но содержит клеевое соединение, призванное повысить прочность конструкции. Существует два основных способа склейки: первый способ (рис.7, а) подразумевает стыковку двух частей заготовки по угловому шву в горизонтальной плоскости с большей площадью контакта склеиваемых поверхностей, а второй (рис.7, б) – стыковку этих частей в вертикальной плоскости с меньшей площадью контакта.

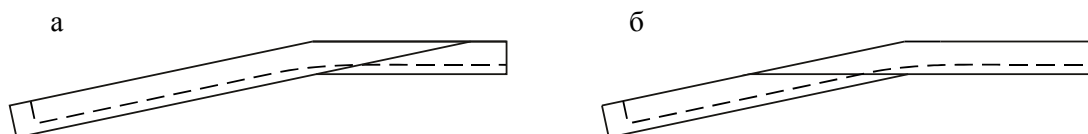


Рис. 7. Способы стыковки склеиваемых поверхностей

Конструкция имеет следующие преимущества:

- наличие ненулевого угла обеспечивает равномерное давление струн на порожек, исключая их выпадение из пропилов;
- высокая прочность. Волокна в такой голове располагаются параллельно плоскости площадки по всей её длине, благодаря чему она не уступает по прочностным характеристикам прямой голове. Это даёт возможность значительно увеличивать угол наклона, при этом прочность не снижается. Оптимальный угол наклона для такой конструкции составляет 10–17°;

– экономия материала. Технология изготовления подразумевает распил цельной заготовки на две части и их склейку, что позволяет избавиться от зависимости толщины заготовок от угла наклона. Как и для прямой головы, толщина заготовки варьируется в диапазонах 20–30 мм, объём отходов также сведён к минимуму.

Основным недостатком такой конструкции является весьма спорная эстетика грифа, на котором виден клеевой шов. Это правильнее было бы назвать не недостатком, а особенностью, т.к. предпочтения музыкантов на этот счёт разнятся. Тем не менее большинство производителей предпочитает непрозрачную или частично непрозрачную отделку таких грифов эмалью, скрывающей стык и различия в текстуре древесины. Однако есть и те, кто применяет прозрачную отделку и даже экспериментирует с различными комбинациями пород древесины, несмотря на видимость шва. К их числу относится компания Jackson, являющаяся одним из ведущих брендов гитарного рынка. Также этот способ в последнее время сыскал популярность у мастеров, выполняющих индивидуальные заказы, для них вопрос экономии материала наиболее актуален.

Среди мастеров и музыкантов распространено мнение о том, что первый способ склейки (рис. 7, а) со временем приводит к расхождению шва и, как следствие, к деформации накладки в районе первых трёх ладов. Однако, по существу, это является скорее не недостатком данной технологии, а следствием её нарушения. Ведь способ подразумевает угловое столярное соединение, а любое подобное соединение требует точной подгонки склеиваемых поверхностей и соблюдения правильного режима склеивания. Зачастую в целях экономии и увеличения объёма выпускаемой продукции производители пренебрегают технологическими требованиями, выполняя подгонку и склейку на оборудовании с недостаточной точностью обработки, не выделяя достаточно времени на отверждение клея, а также используя в производстве некачественные материалы. Особенно это актуально для серийных производств, где темпы выше, а вопрос экономии является приоритетным.

Некоторые мастера предпочитают дополнительно усиливать конструкцию, вклеивая цилиндрические мебельные шканты (рис. 8, а) или вставки из твёрдых пород дерева (рис. 8, б) [3]. Под шканты предварительно высверливают глухие отверстия, а под вставки фрезеруют пазы. Такое решение увеличивает количество контактных поверхностей, что позволяет конструкции лучше сопротивляться внешним воздействиям разного направления.

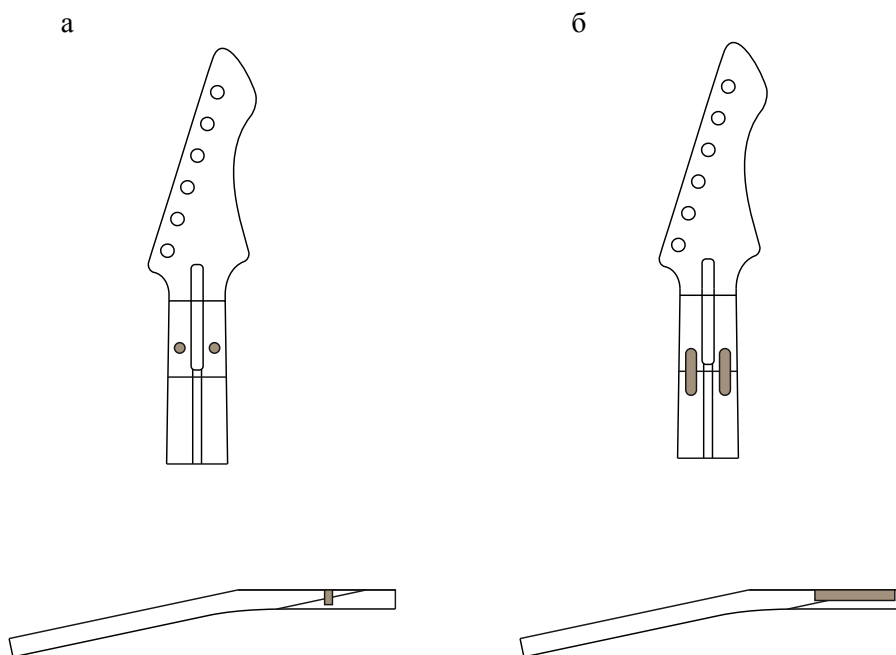


Рис. 8. Способы усиления клеевого соединения головы грифа

В ы в о д ы . В работе приведена классификация основных типов конструкций головных частей грифов, на основе их разбора выявлены основные недостатки, а также достоинства и преимущества представленных конструкций. Проведен анализ основных методов устранения недостатков конструкций, наиболее часто встречающихся на практике.

Список литературы

1. Кох, Мартин. Изготовление электрогитары / Мартин Кох. – 2001. – URL: http://woodtools.nov.ru/books/izg_el_git/izg_el_git.pdf
2. Донехью, Джеймс. Гитары. Проектирование, производство и ремонт / Джеймс Донехью. – Ноа Джеймс, 2002. – URL: <https://manualzz.com/doc/10045253/guitars--design-production-and-repair-by-jim-donahue>
3. Комаров, Н.А. Изготовление и ремонт щипковых музыкальных инструментов / Н.А. Комаров, С.Н.Федюнин. – М., 1988. – 272 с.

References

1. Koch, Martin. Making an electric guitar / Koch Martin. – 2001. – URL: http://woodtools.nov.ru/books/izg_el_git/izg_el_git.pdf
2. Donahue, James. Guitars. Design, production and repair / James Donahue. – Noah James, 2002. – URL: <https://manualzz.com/doc/10045253/guitars--design-production-and-repair-by-jim-donahue>
3. Komarov, N.A. Manufacture and repair of plucked musical instruments / N.A.Komarov, S.N.Fedyunin. – M., 1988. – 272 p.