

11. Мельников Р. В. Компрессионные испытания грунта как способ определения параметров модели Hardening Soil / Р. В. Мельников. // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2014. – № 4. – С. 90-94.

12. Мельников Р. В., Сагитова Р. Х. Калибровка параметров модели Hardening Soil по результатам лабораторных испытаний в программе Soiltest / Р. В. Мельников, Р. Х. Сагитова. // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2016. – № 3. – С. 79-83.

13. Соколова О. В. Подбор параметров грунтовых моделей в программном комплексе Plaxis 2D / О. В. Соколова // Инженерностроительный журнал. – 2014. – № 4 (48) – С. 10-16

14. Голубев А. И., Селецкий А. В. Выбор модели грунта и её параметров в расчётах геотехнических объектов [Электронный ресурс] / А. И. Голубев, А. В. Селецкий // – 2010. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.nipinfor.ru/publications/10063/>.

15. Юдина И. М. К вопросу о выборе расчетной модели для прогнозирования напряженно-деформированного состояния грунтов при устройстве котлованов / И. М. Юдина, А. Н. Климов. // Вестник МГСУ. – 2008. – №2. – С. 145–149.

16. Кудашева М. И. Сравнение модели Мора-Кулона и модели упрочняющегося грунта в

программном комплексе Plaxis [Электронный ресурс] / М. И. Кудашева, С. В. Калошина // Строительство и архитектура. Опыт и современные технологии. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <http://sbornikstf.pstu.ru/council/?n=9>.

17. Kondner R. L. A hyperbolic stress strain formulation for sands. / R. L. Kondner. // 2nd Pan. Am. ICOSFE Brazil – 1962. – 1 – С. 289-324.

18. Duncan J. M.. Nonlinear analysis of stress and strain in soil. / J. M. Duncan, C. Y. Chang // ASCE J. of the Soil Mech. and Found. Div. – 1970. – 96. – С. 1629-1653.

19. Schanz T. The hardening-soil model: Formulation and verification./ T. Schanz, P. A. Vermeer, P. G. Bonnier. // In R.B.J. Brinkgreve, Beyond 2000 in Computational Geotechnics, Balkema, Rotterdam. – 1999 – С. 281-290.

20. PLAXIS 3D 2018 – Material Models Manual [Электронный ресурс] // Режим доступа до ресурсу: https://www.plaxis.com/?plaxis_download=3D-3-Material-Models-1.pdf.

21. Janbu N. Soil compressibility as determined by oedometer and triaxial tests. / N. Janbu // Proc. ECSMFE Wiesbaden. – 1963. – 1. – С. 19–25.

22. Rowe P. W. The stress-dilatancy relation for static equilibrium of an assembly of particles in contact. / P. W. Rowe. // In Proc. Roy. Soc. A., – 1962. – No. 269. – С. 500–527.

Sopov V.P.

*Doctor of Technical Science, Professor of Department of Physical and Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Products
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture*

Kazimagedov I.E.

*Candidate of Technical Science,
Associate Professor of the Department of Building Materials
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture*

Nalivayko T.T.

*assistant of the Department of Engineering Surveying
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture*

INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF REPLACEMENT OF FIBER CONCRETE SURFACES

Сопов В.П.

доктор технічних наук, професор кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів

Харківський національний університет будівництва та архітектури

Казімагомедов І. Е.

*кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних матеріалів
Харківський національний університет будівництва та архітектури*

Наливайко Т.Т.

*асистент кафедри інженерної геодезії
Харківський національний університет будівництва та архітектури*

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОСОЧЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ОБЛИЦІВАЛЬНИХ ВИРОБІВ

Abstract. Improving the durability of fiberglass concrete products is achieved by filling the pore space with hardening fluids by impregnation. The article analyzes the existing methods of impregnation of concrete products. It was revealed that the most effective is the intensive mode of impregnation with excessive evacuation (degassing) of products. For this, a laboratory impregnation unit was used. The intensive mode of impregnation of fiberglass concrete allows additionally synthesizing calcium hydrosilicates in the pore space of the cement stone and on the

surface of the fiber, which protect the capillaries from water access, and fibrous fillers from destruction in an alkaline environment.

Анотація. Підвищення довговічності склофібробетонних виробів досягається за рахунок заповнення порового простору твердіючими рідинами шляхом просочення. У статті проведено аналіз існуючих методів просочення бетонних виробів. Виявлено, що найбільш ефективним є інтенсивний режим просочення з надлишковим вакуумуванням виробів. Для цього використовувалась лабораторна просочувальна установка. Інтенсивний режим просочення склофібробетону дозволяє в найкоротші терміни додатково синтезувати в поровому просторі цементного каменю і на поверхні фібри гідросилікати кальцію, які захищають капіляри від доступу води, а волокнисті наповнювачі - від руйнування в лужному середовищі.

Key words: fiberglass concrete, concrete structure, pore space, strength, volume reinforcement, impregnation.

Ключові слова: склофібробетон, структура бетону, поровий простір, міцність, об'ємне армування, просочення.

Постановка проблеми. Особливості мікроструктури цементного каменю визначаються багатьма факторами, такими як фізична і хімічна природа цементу, тип і кількість добавок, що вводяться, температура і час гідратації, початкове водо-цементне відношення [1]. При введенні в бетон 35-50% води від маси цементу при його твердінні неминуче формується мікроструктура, яка характеризується наявністю порового простору, що складається із гелевих (10^{-9} - 10^{-8} м) і капілярних (10^{-8} - 10^{-5} м) пор. Їх співвідношення визначає основні експлуатаційні властивості бетону [1-2].

Опір бетону проникненню агресивних речовин залежить від виду пор. Проникнення агресивних речовин можливо по капілярним порам, порам контактної зони між цементним каменем і заповнювачем, а також по мікротріщинам. Особливе значення для проникності мають капілярні пори з розмірами в діапазоні від 10 нм до 100 мкм.

При таких розмірах пори сприяють виникненню капілярного ефекту, в зв'язку з чим вони «втягують» вологу всередину виробу. Крім того, в них спостерігається конденсація пара з повітря, який відкладається на стінках капілярів у вигляді шарів води. Таким чином, мікроструктура цементного каменю сприяє наповненню водою з лужним середовищем відкритого порового простору. Як наслідок, в звичайному бетоні скловолокно завжди буде в контакт з лужним середовищем, тому довговічність склофібробетона обмежена.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування скловолокон у якості армуючих структурних елементів бетону має важливий недолік: скловолокно не є стійким у лужному середовищі, яке характерно для цементних систем [3-7]. З іншого боку наявність відкритих капілярних пор сприяє транспортуванню агресивних речовин всередину бетону, розвитку корозійних процесів та подальшому його руйнуванню [8]. Одним із засобів зниження проникності бетону є просочення поверхні бетону спеціальними речовинами. Дослідження застосування твердіючої рідини для просочення бетону показало [9], що доцільно використовувати композицію з рідкого скла з додаванням кремнійфтористого натрію в якості

затверджувача. Особливість такої просочувальної рідини полягає в тому, що вона при розкладанні виділяє кремнекислоту, яка помітно ущільнює структуру бетону, знижуючи пористість і захищаючи скловолокно від корозії в середовищі гідратуючого цементу. Метою статті є встановлення особливостей дії просочувальної композиції на властивості склофібробетону та розробка методу ефективного просочування.

Викладення основного матеріалу. Процес заповнення пор бетону є тривалим (≈ 10 годин) і загасаючим в часі, при цьому просочувальна рідина заповнює тільки 50-55% пор [10]. Характеристика міцності зразків фібробетону після просочення встановлюється за показником - коефіцієнтом зміцнення, який залежить від ступеня заповнення пористого простору (приросту маси рідкого скла):

$$K_y = R_{пр}/R_k \quad (1)$$

де $R_{пр}$ - міцність бетону після просочення, R_k - міцність до просочення.

Для інтенсифікації процесу просочення фібробетону перспективним методом є збільшення швидкості і повноти просочення. При капілярному просоченні проникнення просочувальної речовини по капілярам відбувається під дією рушійного тиску ($P_{дв}$) [11]:

$$P_{дв} = P_k + P_{ат}, \quad (2)$$

де P_k - капілярний тиск, $P_{ат}$ - атмосферний тиск.

З протилежного фронту просування просочувальної рідини діє реактивний тиск P_p , що істотно знижує швидкість просочення. Умова $P_{дв} > P_p$ забезпечує процес просочення, який припиняється при $P_{дв} = P_p$. Таке явище пояснюється тим, що поровий простір не є порожнім, а заповнений повітрям, стиснення якого викликає відповідну реакцію - зростання P_p [12]:

$$P_p = \frac{P_{ат} \times V}{V - V_{ж}} \quad (3)$$

$$P_{дв} = P_k - \frac{P_{ат} \times V}{V - V_{ж}} \quad (4)$$

де V і $V_{ж}$ - поровий простір до і після заповнення рідким склом.

Залежності (3) і (4) вказують на неможливість повного просочення порового простору фібробетону, зануреного в рідке скло.

Час просочення склофібробетону, зануреного в рідке скло:

$$t = \frac{8 \cdot V \cdot \eta \cdot l}{\pi \cdot r^4 \left(P_k - \frac{P_{atm} \cdot V}{V - V_{жс}} \right)} \quad (5)$$

де η - в'язкість рідини, l і r - довжина і радіус капілярів.

Якщо у формулі (5), зменшити і навіть прирівняти до нуля P_{atm} , замінивши атмосферний тиск вакуумом, можна перетворити процес просочення фібробетону з експоненціального в прямолінійний.

Для встановлення ефективності застосування методу інтенсивного просочення для фібробетонів, були проведені експериментальні дослідження шляхом просочення фібробетонних виробів - фасадних облицювальних плит, які мали наступний склад: цемент (Ц) = 550 кг/м³, водо-цементне

співвідношення (В/Ц) = 0,45, скловолокно - 4% від маси цементу, довжина - 15 мм.

Вакуумування здійснювали вакуум-насосом РВН - 20. Залишковий тиск контролювався стрілочним вакуумметром.

Вагу зразків вимірювали електронними вагами з точністю до 0,1 г, приріст ваги рідкого скла ΔS визначали за формулою:

$$\Delta S = \frac{G_{St} - G_H}{G_H} \times 100 (\%), \quad (6)$$

де G_{st} = вага зразка в момент t , G_H = початкова вага зразка.

Капілярне просочення фібробетонних зразків проводилось зануренням зразка в розплав рідкого скла (рис. 1а). Для проведення насичення фібробетонних зразків за допомогою інтенсивного методу (рис. 1б) з попереднім вакуумуванням використовувалася лабораторна просочувальна установка, розроблена на кафедрі будівельних матеріалів і виробів ХНУБА [9].

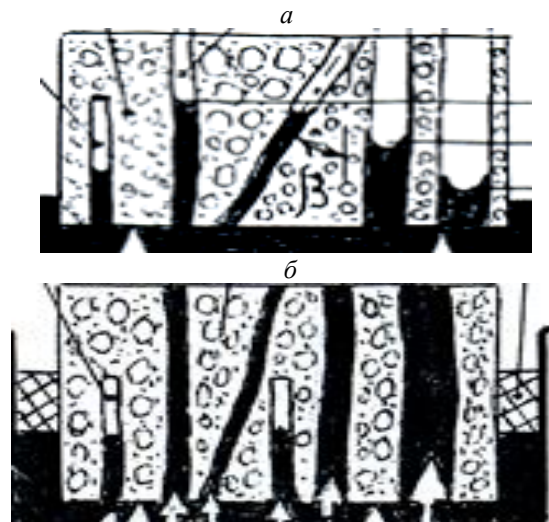


Рис. 1. Капілярне (а) і інтенсивне (б) просочення пористого тіла фібробетону

Для інтенсивного вакуумування виробів з фібробетону на виробництві доцільно застосовувати обладнання, що використовувалось раніше для вакуумування монолітного бетону

(вакуум щити, вакуум трубки) [13-14]. На рис. 2 показана схема проведення вакуумування і просочення фібробетонних панелей.

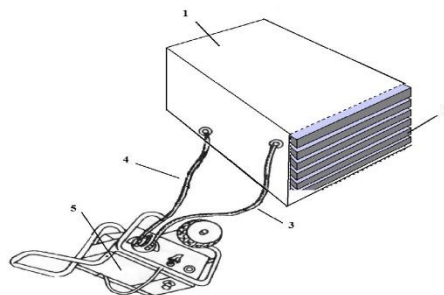


Рис. 2. Схема вакуумування склофібробетонних панелей.

1 - камера вакуумування і просочення; 2 - склофібропанелі; 3 - шланг подачі просочувальної рідини; 4 - вакуумні шланги; 5 - вакуум-агрегат.

Фібробетонні фасадні панелі 4 поміщаються в герметичну камеру 3, максимально заповнюючи її

простір. Вакуум-агрегат 1 за допомогою шланга 2 створює в камері розрідження на час, необхідний

для повної дегазації склофібропанелей. Після проведення вакуумування, по шлангу 5 в камеру подається просочувальна рідина. Поступово вакуум-агрегат скидає вакуум в камері і створює в ній надлишковий тиск для більш ефективного насичення бетонних виробів просочувальною

рідиною. Після закінчення процесу просочення камера відкривається, а просочені вироби витягуються. Цей процес можливо повністю автоматизувати. Порівняльні результати випробувань представлені в табл. 1.

Таблиця 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ФІБРОБЕТОНУ, ПРОСОЧЕНОГО РІДКИМ СКЛОМ

Склад склофібро-бетону	Режим просочення											
	капілярний						інтенсивний					
	Тривалість, год	ΔS , %	R_{zg} , МПа	$K_{y(zr)}$	$R_{ст}$, МПа	$K_{y(ст)}$	Тривалість, хв	ΔS , %	R_{zg} , МПа	$K_{y(zr)}$	$R_{ст}$, МПа	$K_{y(ст)}$
Ц*=550кг/м ³ ; П=1300кг/м ³ ; СВ=4% від маси Ц; НК=0,8% від маси Ц; В/Ц = 0,4	0	0	3,02	1,00	30,5	1,00	0	0	3,02	1,00	30,5	1,00
	1	2,38	3,53	1,17	36,5	1,19	20	6,2	9,80	3,24	36,3	1,19
	3	4,50	4,83	1,62	48,9	1,60	30	8,0	11,09	3,67	47,6	1,56
	5	5,60	6,22	2,06	51,8	1,69	40	9,0	11,40	3,78	58,2	1,90
	8	8,10	7,48	2,48	53,5	1,75	50	9,9	11,81	3,92	65,9	2,16
	12	9,22	8,06	2,67	55,0	1,80	60	10,1	11,95	3,97	70,5	2,31
	24	10,0	9,66	3,25	61,6	2,01	90	10,3	12,01	4,00	72,6	2,38

*П-пісок, Ц цемент, СВ-скловолокно, НК-нанокремнезем.

Дані експерименту показали, що середнє K_y при капілярному режимі просочення становить 2,5, середнє K_y при інтенсивному режимі просочення становить 3,7. Приріст ваги рідкого скла склав 10%.

Процес просочення твердіючою рідиною пористого тіла цементу з використанням вакууму полягає в попередньому вакуумуванні зразка, армованого волокнами. При цьому, створення вакууму проводиться не тільки для захисту армуючих елементів і матриці від окислення, а головним чином, з метою використання атмосферного тиску в якості сили, що здійснює дезаерацію пор та примусового просочення матриці

рідким склом. В цьому випадку виникає перепад тиску (Δp) між відвакуумованим обсягом і атмосферою, внаслідок чого атмосферне повітря тисне на повітря в порах і забезпечує заповнення простору між волокнами.

Як показало дослідження поздовжніх і поперечних зрізів модельних зразків, просочених рідким склом з подальшим затвердженням, спостерігається проникнення твердіючої рідини в мікро- і макродефекти ниток із заповненням всього об'єму (рис. 3).

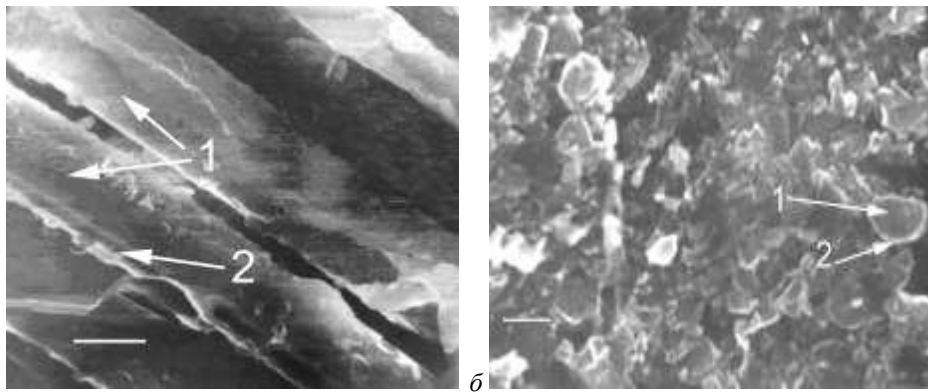


Рис. 3 - РЕМ - зображення поперечного (а) і поздовжнього (б) зрізів склофібробетонних зразків (довжина маркера на фотографії відповідає 5 мкм); 1 - скловолокно, 2 - ділянки твердіючої рідини.

У поперечному зрізі видно вкриті суцільною полімерною плівкою волокна з характерними горбистими заповненнями нерівностей на поверхні

волокон і відносно рівномірним їх розподілом в обсязі матеріалу. Поздовжній зріз демонструє

утворення на поверхні волокон плівку, товщиною менше 1 мкм.

Повнота просочення склофіробетону в найкоротші терміни дозволяє додатково синтезувати в поровому просторі цементного каменю і на поверхні фібри нерозчинні або важкорозчинні гідросилікати кальцію, які захищають капіляри від доступу води, а волокнисті

наповнювачі - від руйнування в лужному середовищі. При надлишку волокна і відсутності твердіючої рідини цілісність кристалічної обойми на поверхні фібри порушується, відбувається її розчинення, збільшується пористість, що призводить до зниження міцності і втрати гідроізоляційних властивостей (рис. 4).

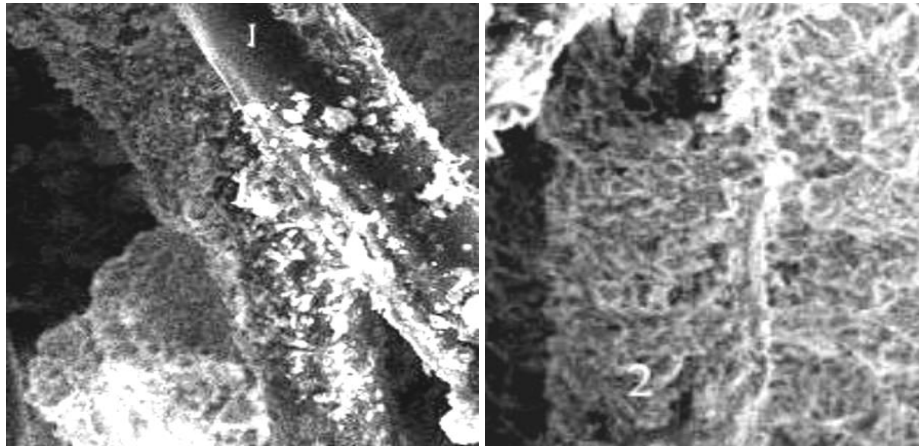


Рис. 4 - Електронна мікрофотографія скловолокна в структурі цементного каменю, просоченого твердіючою рідиною:

1 - волокно в бетоні без просочення з порушеною цілісністю кристалічної обойми; 2 - волокно в бетоні з просоченням, покрите кристалогідратами, що утворюють безперервну структуру з цементним каменем.

Висновки. З метою скорочення термінів і підвищення повноти просочення майже до 100%, на підставі формул (2) - (5), використано комплексний режим інтенсивного просочення відкритого порового простору склофіробетону. Даний режим просочення включає наступні операції:

1. Фіробетон розміщується в камері просочення і піддається вакуумуванню до величини залишкового тиску P_1 .

2. Просочувальне рідке скло подається в герметичну вакуум-камеру через розпилювач і піддається дегазації до досягнення камерою залишкового тиску P_2 ($P_1 > P_2$).

3. Дегазоване рідке скло подається в камеру просочення до повного покриття їм фіробетонного виробу.

4. У камері просочення створюється надлишковий тиск $P_{дв}$, під дією якого відбувається просочення відкритого порового простору фіробетонного виробу.

Експерименти показали, що процес просочення інтенсивним способом фіробетонних фасадних панелей рідким склом забезпечує повноту просочення протягом 20-30 хв, збільшення K_y в 1,5 рази, при цьому максимальні значення $K_{y(ст)} = 4,0$ і $K_{y(ст)} = 2,38$ і скорочення часу просочення з 8 годин до 0,5 години. Просочені фіробетонні панелі дозволяють прискорювати терміни будівництва і мінімізувати витрати на створення оригінального і міцного фасаду будівлі.

Список літератури

1. Mehta, P. K. and Monteiro, P. J. Concrete: Microstructure, Properties and Materials. 3rd ed. London: McGraw-Hill; 2006.

2. Asamoto S., Ishida T., Maekawa K. Time-Dependent Constitutive Model of Solidifying Concrete Based on Thermodynamic State of Moisture in Fine Pores. // Journal of Advanced Concrete Technology, 2006. - 4 (2). - pp. 301-323.

3. Демешкин А. Г., Шваб А. А. Влияние агрессивной щелочной среды на прочностные свойства технических волокон. Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки. 2013. № 2 (31). С.36-41.

4. Рабинович Ф.Н. Прогнозирование изменений во времени прочности стеклофибробетонных композитов // Стекло и керамика. — 2003 — №2. -С.24-27.

5. Салия Г.Ш., Шагин А.Л., Бетонные конструкции с неметаллическим армированием. М.: Стройиздат, 1990, 144 с.

6. Фибробетон и его применение в строительстве / Под. ред. Б.А. Крылова. -2001.-214 с.

7. Shrikant Harle. Glass Fiber Reinforced Concrete & Its Properties. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology. 2014. 3(1). Pp. 118-120.

8. Сопов В. П., Гуркаленко В. А., Мартынова К. Г. Взаимосвязь процессов коррозии бетона с характеристиками микроструктуры. // Научный вестник будівництва. - 2014. - № 76. - С. 215-220.

9. Вандаловский А.Г., Токарев М.Н. Физика процесса пропитки капиллярно-пористых тел. // *Научовий вісник будівництва*, вип. 36. ХДТУБА, Харків, 2006, с.55-60.

10. Баженов Ю.М., Угинчус Д.А., Улитина Г.А. Бетонополимерные материалы и изделия. К., «Будівельник», 1978, – 89с.

11. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В. Рецептурно-технологические поля свойств материала в компьютерном строительном материаловедении // *Строительные материалы*, 2006. – №7. – С.8-11.

12. Мчедлов-Петросян О.П. Повышение

долговечности бетонных и железобетонных конструкций путем их поверхностной пропитки / О.П. Мчедлов-Петросян, В.Л. Чернявский, В.В. Савенков – М.: Труды «Водгео», Гидротехника, 1975. – № 55. – 77–84с.

13. Скрамтаев Б. Г. О вакуумировании бетона / Б. Г. Скрамтаев // *Бетон и железобетон*. – 1965. – № 12. – С. 42 – 44.

14. Сторожук Н. А. Теоретические исследования по вакуумированию бетонных смесей // *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. – Д. : ПДАБА, 2012. – № 2 – 3. – С. 32 – 38.

Хакимов Дилмурод Валижон угли
докторант,

Андижанский машиностроительный институт

ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В СИСТЕМЕ КPI

Khakimov Dilmurod Valijon ugli
scientific researcher,
Andijan Machine-Building Institute

FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE PERSONNEL MANAGEMENT MECHANISM IN THE KPI SYSTEM

Аннотация. Многие аналитики отмечают, что в современном производстве управление персоналом и расширение возможностей могут внести существенный вклад в повышение производительности. Связи с этим разработана ряд методов для достижения эффективностей, но эффективность производство основана на фактах, а повышать способность сотрудника связана со стратегическими целями компании, путем внедрения «Ключевые показатели эффективности, КPI» который описана в этой статье.

В результате исследований видно, что внедрение КPI на предприятиях является способом применения для достижения целей предприятия на плановой основе. В основном этой статье рассказывается о введении КPI на производстве и конечно полезные функции метода КPI для роста профессионального работника в производстве.

Annotation. Many analysts point out that in modern manufacturing, personnel management and empowerment can make a significant contribution to improving productivity. Due to this, a number of methods have been developed to achieve efficiency, but production efficiency is based on facts, and enhancing the ability of an employee is related to the strategic goals of the company through the introduction of Key Performance Indicators, KPI, which is described in this article.

As a result of the research, it is clear that the introduction of KPI in enterprises is a method of application for achieving the goals of the enterprise on a planned basis. This article mainly focuses on the introduction of KPIs in production and of course the useful functions of the KPI method for the growth of a professional worker in production.

Ключевые слова: *Технология, эффективность, показатель, результат, запаздывающие, опережающие, разработка, мотивация, методология.*

Key words: *Technology, efficiency, indicator, result, delayed, advanced, development, motivation, methodology.*

Традиционные методы, такие как «классическая» аттестация персонала, уже не отвечают требованиям сегодняшнего дня. Чтобы преуспеть в мире современного бизнеса, предприятиям необходимы инновационные средства и методы управления, ориентированные на постановку целей и определение персональной ответственности сотрудников. Технология управления по целям, подкрепленная грамотными материальными стимулами, помогает мотивировать персонал на новые грандиозные достижения и креативное самосовершенствование.

Современного Целевого управления (системы КPI) и материальной мотивации на достижение целей (на базе КPI) позволяют производить контроль деловой активности сотрудников, подразделений и компании в целом.

Ключевые показатели эффективности (англ. *Key Performance Indicators, KPI*) — показатели деятельности подразделения (предприятия), которые помогают организации в достижении стратегических и тактических (операционных) целей. Использование ключевых показателей эффективности даёт организации