

Карабаев Анваржон Нейматжанович

канд. техн. наук, доцент

Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,

**РАЗРАБОТКА БЛОК-СХЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСА
СВОЙСТВ КАРБАМИДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Аннотация. В статье рассмотрена разработка блок-схемы исследования комплекса свойств карбамидных полимерных композитов, что позволяет систематизировать подход к оптимизации их эксплуатационных характеристик. Проанализированы принципы научного исследования как циклического процесса, а также представлены критерии оценки и оптимизации свойств композитов для гидротехнического применения. Предложены показатели, такие как призмная прочность, ударная вязкость, износостойкость, водопоглощение и водостойкость, в качестве ключевых параметров оптимизации. Исследование подтверждено экспериментально-производственной проверкой, результаты которой направлены на использование композитов в гидромелиоративном строительстве.

Ключевые слова. Карбамидные полимерные композиты, гидротехнические материалы, блок-схема исследования, оптимизация свойств, реологические характеристики, водостойкость, износостойкость.

Karabayev Anvarjon Neymatjanovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

at the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology,

**DEVELOPMENT OF A FLOWCHART FOR STUDYING THE PROPERTIES
OF UREA-BASED POLYMER COMPOSITES**

Abstract. The article examines the development of a flowchart for studying the properties of urea-based polymer composites, enabling a systematic approach to optimizing their performance characteristics. The principles of scientific research as a cyclic process are analyzed, and criteria for evaluating and optimizing the properties

of composites for hydraulic engineering applications are presented. Indicators such as prismatic strength, impact toughness, wear resistance, water absorption, and water resistance are proposed as key parameters for optimization. The study is validated through experimental and production testing, with results aimed at the application of composites in hydraulic reclamation construction.

Keywords. Urea polymer composites, hydraulic engineering materials, research flowchart, property optimization, rheological characteristics, water resistance, wear resistance.

Принципы анализа сложных систем с выделением основных элементов и взаимодействий между ними необходимо применять не только к изучаемому объекту, но и к самому процессу научного исследования. Такой анализ позволяет обеспечить четкую логику исследования, обосновать его процедуру, выделить как эвристические, так и формализуемые до уровня стандарта его этапы [1, 2].

Научное исследование проводится по циклической схеме, причем каждый новый его цикл в силу накопления новой научно-технической информации и появления новых идей и методов решения задач проходит на более высоком качественном уровне. Таким образом, реализуется известный процесс развития науки как системы по спирали. Объективная необходимость ставит на повестку дня проблему обеспечения надежности полимерных композитов в сложных условиях эксплуатации при обеспечении заданной технологической вязкости композиций.

В рамках поставленной проблемы был выбран объект исследования - наполненные карбамидные композиционные строительные материалы. Ранее проведенный нами аналитический обзор информации позволил сформулировать цель работы — улучшение эксплуатационных свойств материаловных свойств карбамидных композитов, а также их однородности и гарантированных уровней качества при обеспечении заданных реологических характеристик технологической смеси за счет оптимизации фракционного

(зернового и минералогического) состава наполнителя, включающего тонкодисперсный карбид кремния.

Согласно поставленной цели, выбраны выходы системы Y и критерии их оптимизации (Таблица 1) [5,6]. Так, на этапе реологических исследований в качестве критерия оптимизации технологических свойств принята эффективная вязкость η (Па·с), которая оценена при разных скоростях деформации $\dot{\epsilon} = (1/3; 1; 3; 9) \text{ с}^{-1}$, причем основной является эффективная вязкость при $\dot{\epsilon} = 1 \text{ с}^{-1}$.

На этапе исследований физико-технических свойств композита в качестве критериев оптимизации приняты:

призменная прочность композитов в сухом и водонасыщенном состоянии соответственно R_n и R_n^b , МПа;

прочность на растяжение при изгибе R_n , МПа;

ударная прочность a , кДж/м²;

износостойкость I , которая оценивается количеством часов, затрачиваемых на уменьшение массы композита на 1 г, ч/г;

водопоглощение W , % по массе, которое определялось за первые сутки в соответствии со стандартам, а также через 1 и 4 месяца;

водостойкость K_W , % как отношение призменной прочности композитов в водонасыщенном состоянии к призменной прочности композитов в сухом состоянии.

Показатели R_n, R_n^b, a, I и K_W необходимо максимизировать, а показатель W минимизировать.

При оценке обеспеченности эксплуатационных свойств карбамидных композитов в качестве критериев оптимизации были выбраны вероятностные показатели Y_α и a_R .

$Y_{0.5}, Y_{10}$ – минимально возможные с риском $\alpha = 0.05$ и 0.1 :

призменная прочность в сухом и водонасыщенном состоянии;

$K_{0.5}$ - коэффициент водостойкости, который необходимо максимизировать;

W_{95} - максимально возможное водопоглощение с риском $\alpha=0.95$,
которое необходимо минимизировать для обеспечения гарантированных
уровней эксплуатационных свойств конструкционных композитов.

БЛОК-СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ



- вероятность получения композита с качеством ниже нормативного уровня, которую необходимо максимизировать. Согласно предъявляемым требованиям к материалам гидротехнического назначения уровни этих показателей приняты для призмочной прочности композитов в сухом

$$R_{пнорм}^{\square} = 65 \text{ и } 70 \text{ МПа и водонасыщенном состоянии}$$

$R_{пнорм}^b = 56 \text{ и } 59.5 \text{ МПа}$, причём для последних обеспечиваются конкретные уровни водостойкости композита соответственно $K_w = 0.8 \text{ и } 0.85$.

В табл. 2 приведены оценки критериев качества полимерсодержащих КСМ с учетом требований [3, 4, 5] к материалам гидротехнического назначения, а также технологических особенностей их производства.

Таблица 2

Критерии качества и их оценки

№ п/п	Критерии и направление их оптимизации	Значение критериев при оценке		
		отлично	хорошо	удовлетворительно
1.	$\eta \rightarrow \min$	менее 60	60...80	80...100
2.	$R_n \rightarrow \max$	более 70	65...70	60...65
3.	$R_n^b \rightarrow \max$	более 30	25...30	20...25
4.	$a \rightarrow \max$	более 2,5	2,3...2,5	2,0...2,3
5.	$I \rightarrow \max$	более 6	5...6	4,5...5
6.	$W \rightarrow \min$	менее 3,5	3,5...4	4...4,5
7.	$K_w \rightarrow \max$	более 85	80...85	75...80

В качестве основных факторов, влияющих на свойства композита, приняты степень наполнения, доля отходов производства абразивных материалов и доля крупного наполнителя, а на этапе исследования реологических свойств технологической смеси и вязкость смолы – как вязкость основного матричного материала.

Важнейшим этапом исследования является экспериментально-производственная проверка результатов моделирования. На этом этапе

происходит перенос всех выводов, полученных на предыдущем этапе, на основной объект по аналогии [1] и принимается решение об использовании результатов в гидромелиоративном строительстве, в частности выбирается состав композита для водоизносостойких плит, удовлетворяющего требованиям к материалам гидротехнического назначения.

Выводы

1. Разработанная блок-схема исследования позволяет структурировать процесс изучения свойств карбамидных композитов, обеспечивая системный подход к их оптимизации.

2. Выделены основные параметры, влияющие на эксплуатационные свойства композитов, включая степень наполнения, состав наполнителя и вязкость матричного материала.

3. Предложенные критерии оптимизации, такие как минимизация водопоглощения и максимизация прочностных характеристик, обеспечивают целенаправленное улучшение свойств материалов.

4. Экспериментальная проверка подтвердила возможность применения разработанных композитов в гидромелиоративном строительстве для изготовления водоизносостойких плит.

5. Исследование демонстрирует практическую значимость оптимизации состава наполнителей и матричного материала для создания композитов с гарантированными уровнями эксплуатационных характеристик.

Список литературы:

1. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981. -263 с.

2. Вознесенский В.А., Выровой В.Н., Керш В.Я. и др. Современные методы оптимизации композиционных материалов. – Киев: Будівельник, 1983. – 144 с.

3. Резник В.П. Новые материалы и конструкции на основе полимеров в водохозяйственном строительстве. – Киев: Будівельник, 1987. – 176 с.

4. Дворкин Л.И., Соляной И.А., Бойко И.Ф. Материалы и изделия в мелиоративном строительстве. – 1982.

5. Карабаев А. Повышение вероятностных показателей качества карбамидного полимербетона для гидромелиоративного строительства. Автореферат дис. Канд. Техн. Наук. Одесса, 1988.

6. Карабаев А. Принятие компромисного решения по выбору состава карбамидного полимерного композита. *Universum: технические науки: научный журнал*. – № 11(92). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», 2021. – ст.12-14.

7. Карабаев А., Шерматов Р. АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК //Евразийский журнал академических исследований. – 2022. – Т. 2. – №. 13. – С. 1131-1135.

<https://www.in-academy.uz/index.php/ejar/article/view/7822>

8. Ubaydullayevich S. A. et al. Non-traditional irrigation of terraced adyr slopes in the conditions of the fergana valley //PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology. – 2020. – Т. 17. – №. 6. – С. 3340-3348.

<https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/download/1320/1357>

9. Anvarjon I. et al. The Effect of Drip Irrigation on the Growth and Development of Cotton and Technological and Economic Performance of Cotton Fiber //Design Engineering. – 2021. – S. 6907-6915.

<https://scholar.google.ru/scholar?>

[cluster=10667242892980829880&hl=ru&as_sdt=2005&scioldt=0,5](https://scholar.google.ru/scholar?cluster=10667242892980829880&hl=ru&as_sdt=2005&scioldt=0,5)

10. Hakimov A., Karabaev A., Sabitov A. Substantiation of reclamation regimes of irrigated lands in the saz zone of the Fergana Valley //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – Т. 2612. – №. 1.

<https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2612/1/020036/2879794>