

9. Юрченко, И.Ф. Приоритетные направления и мероприятия современной цифровизации в мелиорации / И.Ф. Юрченко // Мелиорация и гидротехника. – 2022. - Т. 12. - № 2. - С. 84–100. URL: <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-2-84-100>.

## References

1. Golubkov, M.A. Public-private partnership in the field of agricultural development / M.A. Golubkov // Russian Foreign Economic Bulletin. – 2016. - No.9. - pp. 30-39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvenno-chastnoe-partnerstvo-v-oblasti-razvitiya-selskogo-hozyaystva>.
2. Dubenok, N.N. Prospects for the restoration of the reclamation complex of the Russian Federation / N.N. Dubenok, G.V. Olgarenko // Bulletin of the Russian Agricultural Science. – 2021. - No. 2. - pp. 56-59. URL: <https://www.vestnik-rsn.ru/vrsn/article/view/827>.
3. Naumova, T.V. Problems of the technical condition of irrigation systems in the South of Russia and the transition of irrigation management to a new technological level / T.V. Naumova // Hydrotechnical construction. 2022. - No. 1. – pp. 1-5.
4. Moiseev I. Implementation of project management in the public sector. – 2017 URL: <https://bftcom.com/expert-bft/3588/?ysclid=lo0ea6adwq887922284>.
5. Samylov, P.V. Public-private partnership as a mechanism for the development of public administration at the regional level / P.V. Samylov, A.I. Volkov // Bulletin of Eurasian Science. – 2020. - №3. <https://esj.today/PDF/73ECVN320.pdf>.
6. Sibiryayev, A.S. Digital transformation and digital platforms in agriculture / A.S. Sibiryayev, V.L. Zazimko, R.H. Dodov // Vestnik NGIEI. – 2020. - № 12(115). - From 96-108. DOI:10.24411/2227-9407-2020-10124.
7. Solovyov, D.A. Digital technologies and intelligent irrigation complex management systems taking into account actual moisture reserves / D.A. Solovyov, G.N. Kamyshova, D.A. Kolganov, N.N. Terekhova // Izvestia NV AUK. - 2021. - №1 (61). - Pp. 368-379. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-i-intellektualnye-sistemy-upravleniya-orositelnym-kompleksom-s-uchetom-fakticheskikh-vlagozapasov>.
8. Shchedrin, V.N. Approaches to the formation of the information system "Digital melioration" / V.N. Shchedrin, S.M. Vasiliev, V.V. Slabunov, A.V. Slabunova, A.A. Zavalin // Information technologies and computing systems. - 2020. - No. 1. - pp. 54-64. URL: [https://isadevelop.frccsc.ru/arhiv/2020/release\\_1/<4D6963726F736F667420576F7264202D20E8F1EFF05FD9E5E4F0E8ED20E820E4F02E646F6378> - 53\\_64.pdf](https://isadevelop.frccsc.ru/arhiv/2020/release_1/<4D6963726F736F667420576F7264202D20E8F1EFF05FD9E5E4F0E8ED20E820E4F02E646F6378> - 53_64.pdf).
9. Yurchenko, I.F. Priority directions and measures of modern digitalization in land reclamation / I.F. Yurchenko // Land reclamation and hydraulic engineering. – 2022. - Vol. 12. - No. 2. - pp. 84-100. URL: <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-2-84-100>.

УДК: 691.58:626:826

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.11.22.050

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

**Петров А.А., PhD**

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Узбекистан

***Аннотация.** Рассмотрено совершенствование состава холодной композиции БНК (битум наиртовый каучук), взятого в качестве аналога за счет улучшения технических свойств, технологии использования противофильтрационных и антикоррозионных материалов при ремонтных работах на гидротехнических сооружениях.*

*Ключевые слова:* долговечность бетона, противофильтрационные мероприятия, гидроизоляция, композитные материалы

## **IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES OF PRODUCTION OF MATERIALS FOR IMPERVIOUS PROTECTION OF HYDRAULIC STRUCTURES**

**Petrov A.A., PhD**

Scientific-research institute of irrigation and water problems, Tashkent, Uzbekistan

*Abstract.* The improvement of the cold composition BNR (bitumen nairitic rubber), taken as an analogue by improving the technical properties, the technology for the use of impervious and corrosion resistant materials for repair work on hydraulic structures, is considered.

*Keywords:* concrete durability, imperviousness, waterproofing, composite materials

Одним из важнейших вопросов в мировой и отечественной практике использования бетона в противофильтрационных конструкциях гидротехнических сооружений (ГТС), и особенно в подводных частях сооружений, является несоответствие фактической долговечности материала и требуемого расчетного срока службы сооружений, что вызывает необходимость применения мер антикоррозионной защиты элементов конструкций с целью продления их жизнеспособности. В этом направлении такими развитыми странами, как США, Россия, Франция, Италия, Узбекистан особое внимание уделено процессам карбонизации бетона, вызванного вымыванием кальциевых силикатов под влиянием вод в ГТС, что показывает невозможность применения в ремонтах традиционных цементосодержащих материалов [1].

Мировой опыт ремонтно-восстановительных работ показывает, что снижение надёжности и устойчивости происходит после 10-12 лет эксплуатации гидротехнических сооружений (разрушение конструктивных элементов и появление первых признаков коррозии металла) [2].

На сегодняшний день в Узбекистане осуществляются мероприятия по повышению надёжности при эксплуатации гидротехнических сооружений, определению и подбору исходных компонентов гидроизоляционного и герметизирующего материалов, которые обеспечивают экономию затрат на материалы и предотвращают аварийные ситуации, что и является одной из основных задач.

В настоящее время известно множество исследований, направленных на использование композитных материалов при проведении ремонтно-восстановительных работ дефектных элементов бетонных противофильтрационных конструкций ГТС с целью восстановления эксплуатационной надёжности сооружений. Анализ научных работ Глебова П.Д., Покровского Н.С., Попченко С.Н., Стабникова Н.В., Кисиной А.М., показал, что при соответствующем подборе полимерных добавок к нефтяным битумам, можно разработать гидроизоляционный материал, способный обеспечить длительное функционирование гидротехнических систем.

Исследования Колбановской С.А., Противентеева И.В., Козловского А.А., Сурмели Д.Д., Горшанина Г.И., Михайлова Н.В. и др., направлены на поиск и совершенствование антикоррозионных и антифильтрационных материалов, обеспечивающих высокие физико-механические и эксплуатационно-технические характеристики, высокую долговечность композиционных материалов для защиты гидросооружений [5].

Однако, недостаточно изучен вопрос применимости разработанных составов при проведении ремонтно-восстановительных работ ГТС в круглогодичном режиме, что отрицательно сказывается на эксплуатационной надежности сооружений водохозяйственного назначения. Недостаточно изучено также совершенствование способов прогнозирования и оценки долговечности гидросооружений с учетом применения гидроизоляционных материалов при ремонте бетонных конструкций.

Рассмотрены наиболее распространенные методы совершенствования состава гидроизоляционных, антикоррозионных и герметизирующих композиций и современного состояния изученности вопроса. В результате анизотропии упругих и термоупругих свойств в композитных материалах при изменении температуры возникают температурные напряжения, которые определяются разностью коэффициентов теплового расширения. Анизотропия свойств композиционных материалов широко обсуждается, но не всегда последовательно учитывается при проектировании и испытаниях. У композиционных материалов прочность в направлении армирования и в поперечном направлении может отличаться в несколько десятков раз. Если у металлов при некоторых видах напряженного состояния учитывать анизотропию желательно, то у композитов к этому явлению следует относиться крайне внимательно. Мировой практике известны случаи непредвиденных отказов элементов конструкции из композитных материалов из-за недоучета низкой межслойной прочности на сдвиг и, особенно, на отрыв [6].

Также рассмотрен вариант использования горячих сплавов композиций с модифицирующими компонентами в виде синтетических каучуков на основе этиленпропиленовых, бутиловых и других разновидностей материалов, что обеспечивает не только низкое водопоглощение композиций, например, типа БИТЭП (бутил этиленпропиленовые).

Основным недостатком горячих сплавов является их применимость в горячем виде, что ограничивает их применение в практике водохозяйственного строительства в виде ограниченности сроков их эксплуатации, тогда как доступность для осмотра и проведения изоляционных работ для большинства сооружений обеспечивается только в осенне-зимний сезон после опорожнения накопительных сооружений. Трудно обеспечивать качество полученных сплавов из-за возможностей пережога композиции и выполняемого защитного экрана при нанесении составов на холодный и влажный бетон.

Разновидностью материалов для антифильтрационной и антикоррозионной защиты сооружений является холодная композиция БНК (бутадиен-нитрильные каучуки), использование которой обеспечивает не только высокую

долговечность защитных экранов, но и гарантирует экономические и технологические преимущества, по сравнению с горячими составами, за счет исключения тепловых процессов [4].

Серьезным препятствием, исключающим массовое внедрение композиции БНК в практику отечественного строительства при выполнении ремонтно-восстановительных работ гидротехнических сооружений, является многокомпонентность состава.

Вышеприведенные обстоятельства послужили поводом для проведения исследований по усовершенствованию композиции по показателям технологичности, путем сокращения компонентов при приготовлении материала, с обеспечением равных (или близких) свойств, характеризующих аналог.

В процессе проведения исследований по усовершенствованию составов БНК, с целью упрощения технологии производства материала, исследовали различные варианты технических решений. При этом, наиболее эффективным является вариант, при котором, взамен основного пластифицирующего компонента - хлорнаиритового каучука марки А (ТУ МХП 1562-54 Р) с оптимальным соотношением добавок-ускорителей, а также вулканизирующих, стабилизирующих и антистарительных компонентов, используется синтетическая (сырая) резина с тем же соотношением ингредиентов, приготавливаемых в условиях заводов РТИ (резинотехнических изделий). Разработанный материал условно назван БСР (битум синтетическая резина). В сводной таблице 1 приводится сопоставление основных характеристик аналога БНК и усовершенствованной композиции БСР.

Анализ свойств материалов, испытанных аналоговых и усовершенствованных композиций показывает, что они обладают достаточными характеристиками для обеспечения длительной эксплуатационной надежности. Это гарантирует обеспечение продления срока службы гидротехнических сооружений.

Вовлечение в отечественную практику холодной композиции, возможно за счет круглогодичности производства изоляционных работ, где выбор типа материала определяется большей технологичностью производства составов, которыми обладают усовершенствованные композиции БСР. Технология приготовления холодной композиции из подготовленных материалов может быть как активной, так и пассивной.

При активной технологии растворение компонентов осуществляется с применением перемешивающих устройств. При пассивной технологии подготовительные компоненты загружаются в емкости, куда затем вводится растворитель, и оставляются в покое до естественного получения растворов.

Учитывая высокие физико-механические и эксплуатационно-технические характеристики холодной композиции, сочетаемые с высокой пластоэластичностью материала, они, помимо основного назначения, могут применяться как герметизирующая композиция для уплотнения стыковых сопряжений элементов [3].

Таблица 1 - Сопоставление основных параметров опытных образцов аналога БНК и усовершенствованной БСР

Основные параметры образцов, выдержанных за период (600 суток)	БНК	БСР
Начальная прочность на растяжение, МПа	0,22	0,23
Коэффициент устойчивости на прочности в пресной воде	1,06	1,03
В растворе 1 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,033	1,032
В растворе 1 % HCl	1,04	1,038
В растворе 1 % NaOH	1,03	1,029
В растворе 1 % NaCl	1,06	1,052
Морозоустойчивость на прочность	2,17	1,085
Удлинение при растяжении не менее, %	500	500
Удлинение при растяжении не менее, %	1,10	1,08
Водопоглощение не выше, %	2,5	2,4
Адгезия к стали, МПа	0,3	0,29
Адгезия к бетону, МПа	0,24	0,25
Коэффициент устойчивости по адгезии	0,98-1,0	1,01
Объемное удельное электросопротивление ОУЭС через 1,5 года, Ом см	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>
Состав компонентов (кол-во)	11	5
Трещиностойкость, мм.	3,5	3,4

Опытно-экспериментальное внедрение усовершенствованной композиции показало возможность её использования не только для антикоррозионной защиты элементов карбонизированного бетона, но и в качестве герметизации разуплотненных швов конструкций гидротехнических сооружений, таких как ирригационные каналы или лотковые водоводы. Применение композиции БСР за счет сокращения основных компонентов в составе конечного материала обеспечивает снижение затрат труда не менее, чем на 37 %.



Рисунок 1 - Опытно-экспериментальное внедрение усовершенствованной композиции на действующем объекте

### **Список использованных источников**

- 1.Зуев О.В., Петров А.А. Методы восстановления работоспособности мелиоративных сетей. «Сельское хозяйство Узбекистана». - Ташкент, 2011. - С. 1-5.
- 2.Мусина А.Ф. Методы повышения надежности гидротехнических сооружений «Современные технологии проектирования и строительства гидротехнических сооружений» 26-27 сентября 2018 года, Москва, С. 154-156.
- 3.Петров, А.А. Технология производства холодной композиции в условиях приобъектных баз ГТС и её применение для антикоррозионной и антифильтрационной защиты элементов сооружений / А.А. Петров, И.Э. Махмудов // Узбекистони кишлок ва сув хужалиги. – 2019. - № 7. - С. 42.
- 4.Петров, А.А. Холодные битумно-полимерные композиции для антикоррозионной и герметизирующей защиты элементов конструкций ГТС / А.А. Петров // Гидротехника XXI век. – 2019. - № 2. - С. 50.
- 5.Селяев, В.П. Химическое сопротивление и долговечность строительных материалов, изделий, конструкций / В.П. Селяев, Т.А. Низина, В.Н. Уткина; под общ. ред. В.П. Селяева. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. - С. 48.
- 6.Сулейманов, З.Г. Полимерные композиции в борьбе с коррозией / Сулейманов З.Г. - Баку: Азгосиздат, 1975. - С. 125.

### **References**

1. Zuev O.V., Petrov A.A. Methods of restoring the operability of reclamation networks. "Agriculture of Uzbekistan". - Tashkent, 2011. - pp. 1-5.
2. Musina A.F. Methods of improving the reliability of hydraulic structures "Modern technologies for the design and construction of hydraulic structures" September 26-27, 2018, Moscow, pp. 154-156.
3. Petrov, A.A. Technology of cold composition production in conditions of on-site GTS bases and its application for anticorrosive and anti-filtration protection of elements of structures / A.A. Petrov, I.E. Makhmudov // Uzbekistani village va suv khuzhaligi. – 2019. - No. 7. - p. 42.
4. Petrov, A.A. Cold bitumen-polymer compositions for anticorrosive and sealing protection of GTS structural elements / A.A. Petrov // Hydraulic engineering XXI century. – 2019. - No. 2. - P. 50.
5. Selyaev, V.P. Chemical resistance and durability of building materials, products, structures / V.P. Selyaev, T.A. Nizina, V.N. Utkina; under the general editorship of V.P. Selyaev. - Saransk: Publishing House of Mordovia. Unita, 2003. - p. 48.
6. Suleymanov, Z.G. Polymer compositions in the fight against corrosion / Suleymanov Z.G. - Baku: Azgosizdat, 1975. - p. 125.

УДК 631.6, 556.541:004.94

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.17.89.051

## **УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ САРАТОВСКОГО И ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Раткович Е.Л.**

**Попова Н.М.**

**Акчурина В.Р.**

ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

*Аннотация. В работе рассматривается применение гидродинамического моделирования для управления водными ресурсами в интересах водопользователей агро-мелиоративного*