

УДК 628.016.1

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА РАБОТЫ СВЕРХСКОРОСТНОЙ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ СТАНЦИИ

М.К. Негматов

Д.Б. Ахунов

М.Б. Толипов

Наманганский инженерно-строительный институт

Аннотация: *В статье приведены характеристика условий работы и принципов автоматизации фильтровальных станций, гидравлические и технологические особенности для их работы и дана формула для определения форсированной скорости фильтрации при выходе на регенерацию. Предложен способ улучшения режима работы фильтровальной станции.*

Ключевые слова: *сверхскоростной режим, осветление воды, зернистый фильтрующий слой, регенерация фильтра, скорость фильтрации, форсированная скорость, резервный фильтр.*

Коллективы кафедры “Строительство и монтаж инженерных коммуникаций” Наманганского инженерно-строительного института и “Водопользование и экология” Санкт Петербургского государственного архитектурно-строительного университета по договору о творческом содружестве в тесном контакте в течении ряда лет решают научные и технические вопросы, которые возникают в процессе эксплуатации фильтровальных станций систем водоснабжения хозяйственно-питьевого и производственного назначения и при выполнении научных исследований, проводимых кафедрами.

Одной из больших работ, выполненных совместно двумя коллективами, являлось исследование, связанное с выявлением зависимости между основными технологическими параметрами, характеризующими процесс очистки воды на сверхскоростных фильтрах с восходящим потоком и зажатой загрузкой, и позволяющие произвести расчет автоматических сверхскоростных фильтровальных станций, предназначенных для очистки природной воды с концентрацией взвешенных веществ до 150 г/м^3 .

На действующих станциях осуществлены различные технологические процессы очистки воды: одноступенчатое фильтрование без коагуляции и с коагуляцией; двухступенчатое фильтрование с коагуляцией и обработкой вспомогательными реагентами. Все рассматриваемые эксплуатируемые станции оборудованы напорными фильтрами батарейного типа и работают по методу сверхскоростной фильтрации известного русского ученого Г.Н. Никифорова. Сущность метода состоит в фильтровании воды с высокими, понижающимися в течение фильтроцикла

скоростями фильтрации без их регулирования, величины которых обеспечивают подачу полезного расхода и интенсивного расхода воды на промывку одного фильтра при потере напора в фльтрах до 10 м.

При указанном методе определенное количество фильтров объединяется на станциях в блок, вследствие чего создаются единые гидравлические и технологические условия для их работы, характеризующиеся следующими основными особенностями:

Разность давлений в трубопроводах подачи исходной воды в фильтры и трубопроводах отвода фильтрата в напорное кольцо станции практически одинакова в любой момент времени для всех фильтров, находящихся в режиме фильтрации. Величина разности давлений-общая потеря напора в фльтрах-является переменной и зависит от многих факторов.

Скорости фильтрации во всех фльтрах при одинаковой общей потере напора в них будут разными в любой момент времени. Это является следствием того, что фильтры выключаются на промывку поочередно и будут иметь различную степень заилиения загрузки, а соответственно и разные величины сопротивления фильтрации в один и тот же момент времени.

Фильтры работают со снижающимися скоростями фильтрации в течение цикла-от максимальной начальной сразу после промывки до минимальной конечной перед промывкой.

При пропуске полезного расхода и интенсивного расхода воды на промывку одного из фильтров скорости фильтрации в остальных увеличиваются в период промывки по сравнению со скоростями в интервалах между промывками.

Использование высоких скоростей фильтрации приводит к быстрому заилению фильтрующей загрузки, сокращению фильтроцикла и необходимости производить частую промывку фильтров, особенно в периоды наибольшей мутности исходной воды. При малой мутности продолжительность фильтроцикла увеличивается и может быть различной. Для обеспечения работоспособности в любой период года на станциях устраивается система автоматического управления, обычно на базе электрической схемы.

Фильтры промываются водой из напорного кольца осветленной воды. При выходе одного фильтра на промывку оставшиеся в работе фильтры должны обеспечить за счёт увеличения скорости фильтрования подачу воды потребителю и на промывку фильтра.

Средняя форсированная скорость фильтрования при выходе фильтра на промывку может быть определена по формуле:

$$v_{\text{ср.форс.}} = v_{\text{ср.}} \cdot \frac{n+A}{n-1} \quad (1)$$

В формуле $v_{\text{ср.}}$ – средняя скорость фильтрования при работе всех фильтров блока;

n – количество фильтров в блоке;

$$A = \frac{v_{\text{пр}}}{v_{\text{ср}}};$$

$v_{\text{пр}}$ – скорость движения обратного тока воды при промывке фильтра.

На рис.-1 сплошными линиями представлены кривые $\frac{v'_{\text{ср.форс}}}{v'_{\text{ср}}} = f(v'_{\text{ср}})$, построенные на основании расчетов, произведённых по формуле (1) для $n = 6$, $n = 8$, $n = 10$ при $v_{\text{пр}} = 54$ м/час. Из графика видно, что при выходе фильтра на промывку происходит значительное увеличение скорости фильтрации в оставшихся в работе фильтрах, причем увеличение скорости тем больше, чем меньше средняя скорость фильтрации и количество фильтров в блоке.

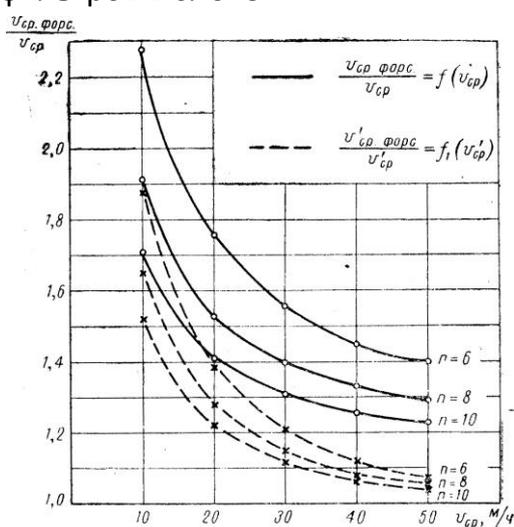


Рис. 1. Графики зависимости $\frac{v_{\text{ср.форс}}}{v_{\text{ср}}} = f(v_{\text{ср}})$.

Нами было исследовано влияние увеличения скорости фильтрации во время промывки фильтра на качество фильтрата. Исследования были выполнены на крупномасштабной модели фильтра, смонтированной в лаборатории Наманганского инженерно-строительного института, описанной в работах.

Для воды рек и водохранилищ Республики Узбекистан характерно относительно небольшое содержание взвешенных веществ, растворенных солей и несколько повышенное содержание гидрокарбонатного иона, обуславливающего щелочность воды и способствующего эффективному протеканию процесса коагуляции.

Экспериментальный фильтр был загружен образцами песков Акташского карьера нерудных материалов, расположенного в Туракурганском районе Наманганской области.

Выбор схем гранулометрического состава и высоты загрузки был выполнен на основании анализа, в области сверхскоростного фильтрования, ранее проведенных исследований и с учетом особенностей принципа работы рассматриваемого фильтра, при которой движение очищаемой воды происходило в направлении

убывающей крупности зёрен загрузки и наибольшее количество загрязнений задерживалось в нижних слоях с более крупной загрузкой. Для приготовления требуемых фракций загрузки песок был тщательно промыт, просушен и отсортирован на стандартных ситах с размером ячеек: 0,5; 0,75; 1,00; 1,25; 1,65; 2,00 мм.

На рис.2 представлен график изменения скорости фильтрования в контрольном фильтре и соответствующие ему результаты анализа фильтрата.

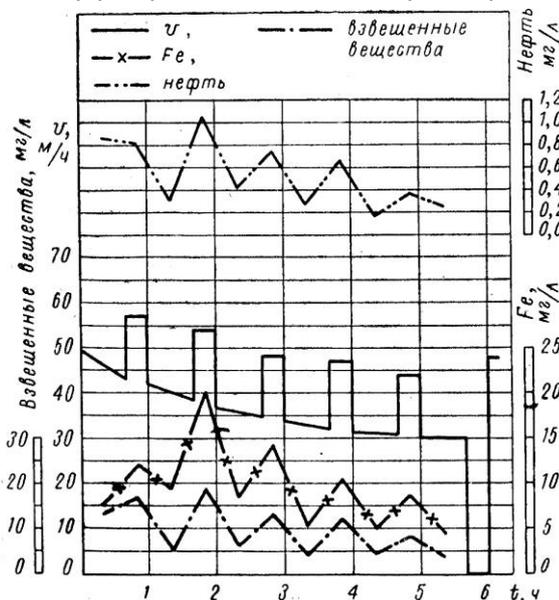


Рис. 2. График изменения скорости фильтрования в контрольном фильтре и данные анализа качества фильтрата

Результаты исследований показали, что при увеличении скорости фильтрования происходит значительное ухудшение качества фильтрата.

При проведении аналогичных экспериментов с предварительно коагулированной водой имело место ещё более резкое ухудшение качества фильтрата. Для улучшения эффекта осветления на сверхскоростных фильтровальных станциях необходимо уменьшить форсированные скорости фильтрования.

Предлагаемый нами способ улучшения режима работы станции заключается в следующем. После промывки фильтр не вводится сразу в работу, как это заложено в режимах существующих станций, а находится в резерве в течение интервала времени между промывками.

Ввод «резервного» фильтра в работу производится при выходе следующего фильтра на промывку.

При этом режиме средняя форсированная скорость может быть подсчитана по формуле:

$$v'_{\text{ср форс}} = v'_{\text{ср}} \left(1 + \frac{A-0,75}{n-1} \right), \quad (2)$$

В формуле $v'_{\text{ср}}$ — средняя скорость фильтрования при предлагаемом режиме.

На рис-1 пунктирными линиями представлены кривые $\frac{v'_{\text{ср фортс}}}{v'_{\text{ср}}} = f(v'_{\text{ср}})$ построенные на основании расчетов, произведенных по формуле (2) для $n=6$, $n=8$, $n=10$ при $v_{\text{пр}} = 54$ м/час.

Из графика видно, что по предлагаемому режиму работы блока сверхскоростной фильтровальной станции при выходе фильтра на промывку значительно меньше, чем по режиму, в котором работают существующие фильтровальные станции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Негматов, М. К., Атамов, А. А., & Буриев, Э. С. (2017). Автоматика систем водоснабжения и контрольноизмерительные приборы. *Учебное пособие/-Ташкент: изд. "Тафаккур Бустони*.
2. Negmatov, M. K., & Adashevich, T. A. Water purification of artificial swimming pools. *Novateur Publication India's International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology [IJIERT] ISSN, 2394-3696*.
3. Negmatov, M. K., Zhuraev, K. A., & Yuldashev, M. A. (2019). Treatment of Sewage Water of Electrical Production on Recycled Filters. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 6(10), 11132-11135*.
4. Negmatov, M., Kovalenko, V. I., Shumnyi, V. K., & Asrorov, K. A. (1975). Induction of cytoplasmic male sterility in cotton by the method of radiation mutagenesis. *Soviet genetics*.
5. Negmatov, M. K. (2021). WATER EXCHANGE MODE IN SWIMMING POOLS WITH RETURN WATER SUPPLY SYSTEM. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR), 7(4), 1-1*.
6. Negmatov, M. K., Atamov, A. A., & Buriev, E. S. (2017). Automation of water supply systems and instrumentation. *Study guide/-Tashkent: ed. "Tafakkur Bustoni*.
7. Негматов, М. К., Султанов, С. С., & Толипов, М. Б. (2023). Методика проведения лекционных занятий при изучении дисциплины «системы водоснабжения и водоотведения» в инженерных вузах. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 11, 119-126*.
8. Negmatov, M., Boboeva, G., & Negmatov, U. (2022, August). Environmental aspects of processing and use wastewater sludge in agriculture. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1076, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
9. РУДЗСКИЙ, Г. Г., КИМ, А. Н., ГУСАКОВСКИЙ, В. Б., & НЕГМАТОВ, М. К. (1990). Патронный фильтр для очистки жидкости.
10. Negmatov, M., Kovalenko, V. I., Shumnyi, V. K., & Asrorov, K. A. (1975). Induction of CMS in cottonplants by means of radiation-induced mutagenesis. *Genetika, 11(12), 136-138*.

11. Mamajanov, M., & Negmatov, M. K. A Simplified Method for Determining the Water Supply of Centrifugal and Axial Pumping Units of Municipal Water Supply Systems. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, (1), 1-7.
12. ТОЛКАЧЕВА, С. Е., ЗАЙЦЕВ, С. В., НЕГМАТОВ, М. К., & РОМАНЕНКО, В. А. (1993). Патронный фильтр для очистки жидкости.
13. НЕГМАТОВ, М. К., КЕРОВ, В. А., ЗАЙЦЕВ, С. В., & СЛАВИНСКИЙ, А. С. (1990). Фильтр для очистки жидкости.
14. Karimovich, N. M., Sharipovich, J. S., & Abduxamidovich, A. A. (2023). FILTRATION OF NATURAL WATER WITH INCREASED UPFLOW SPEED. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*, 3(01), 07-20.
15. Негматов, М. К., Атамов, А. А., & Жураев, Х. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРОПЕРЛИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД. *ЖУРНАЛИ*, 142.
16. TK, M. N., & Atamov, A. Water purification on pressure filters. *LAP LAMBERT Academic Publishing*, 1, 1-135.
17. Negmatov, M. K. (2021). Suv tayyorlash texnologiyasining "Tabiiy suvlarni filtrlash" bolimining Venn diagrammalari metodi asosida organish boyicha ayrim mulohazalar. *Uzliksiz talim*, 2, 62-66.
18. Негматов, М. К., Атамов, А. А., Негматов, У. М., Вспомогательными, Г. О. П. С., & Материалами, Ф. (2020, June). ECLSS Online 2020b. In *2nd ECLSS International Online Conference on Economics and Social Sciences. Istanbul/TURKEY*
19. Negmatov, M. K., & Atamov, A. A. Suv ta'minoti tizimlari avtomatikasi va nazorat-o'lchov asboblari." *Tafakkur bustoni" nashriyoti*, 1, 1-367.
20. Negmatov M.K., Atamov A.A. [Gaz va suv ta'minoti tizimlari avtomatikasi va nazorat-o'lchov asboblari](#).
21. МК Негматов, АА Атамов, Т Мамажанов. [Автом атика систем водогазоснабжения и контрольно-измерительные приборы](#). Учебное пособие/-Ташкент: изд. "Тафаккур Бустони", 2017.-368 с
22. NEGMATOV, M., & KA, A. (1975). INDUCTION DE LA STERILITE MALE CYTOPLASMIQUE CHEZ LE COTONNIER PAR IRRADIATION AUX RAYONS X.
23. Negmatov, M., Shumhyi, V. K., & Kovalenko, V. I. (1972). Male sterility of cotton; a review. *Khlopkovodstvo*.
24. Негматов, М. К. (2021). Некоторые рекомендации по изучению раздела технологии водоподготовки "Фильтрация природных вод" на основе систематизированной диаграммы Венна. *Непрерывное образование. Ташкент*, 62-66.
25. Негматов, М. К., & Салиева, Г. Т. (2013). Интерактивные формы обучения применительно к специальным дисциплинам/Республика илмий-амалий конференция материаллари тупламида. 2-кисм. 44-46 бетлар.

26. Негматов, М. К., & Ахунов, Д. Б. (2022). Системы водоснабжения и водоотведения. Учебно-методический комплекс. *Наманган. НамИСИ*.
27. M. Negmatov, A. Atamov, T. Kasimov. Water Purification on Pressure Filters / LAP LAMBERT Academic Publishing. 2021. Pp. 135.
28. Негматов М., Бобоева Г., Бекмирзаев Г. Некоторые соображения по очистке природных вод на усовершенствованных фильтрах // Международной научно-практической конференции. Самарканд. 2022.-С.129
29. Рудзский, Г., Ким, А. Н., Негматов, М. К., & Ризо, Е. Г. (1989). Опытная промышленная линия доочистки сточных вод Колпинского литейно-механического завода. *Очистка природных и сточных вод: Тез. док./ВНИИВОДГЕО. Москва, 148-149*
30. НЕГМАТОВ, М. К., КЕРОВ, В. А., ЗАЙЦЕВ, С. В., & СЛАВИНСКИЙ, А. С. (1990). Фильтр для очистки жидкости.
31. Ким, А. Н., Гусаковский, В. Б., & Негматов, М. К. (1989). Авторское свидетельство SU 1493286 A1, 15.07. 1989.
32. ФИЛЬТР, С. Авторское свидетельство SU 1493286 A1, 15.07. 1989.
33. РУДЗСКИЙ, Г. Г., КИМ, А. Н., ГУСАКОВСКИЙ, В. Б., НЕГМАТОВ, М. К., РИЗО, Е. Г., & ЕЗЕРСКИЙ, А. И. (1990). Самоочищающийся патронный фильтр для очистки воды.
34. ФИЛЬТР, Д., Негматов, М. К., Керов, В. А., & Зайцев, С. В. (1990). АС Славинский-Авторское свидетельство SU 1607875 A1, МПК ВО1D 29/62.
35. Негматов, М. К., Атамов, А. А., & Жураев, Х. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРОПЕРЛИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД. *ЖУРНАЛИ*, 142.
37. Negmatov M.K. (2023). Methodology for lectures when studying the discipline «water supply and water drainage» in engineering higher education institutions. *PEDAGOG*, 6(5), 482
38. Негматов Мирзобахром Каримович., Ахунов Данияр Бахтиярович. (2023). Опыт удобрения почв осадком канализационных сточных вод в наманганской области. *PEDAGOG*, 6(5), 493-504
39. Негматов М.К.. (2023). МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ» В ИНЖЕНЕРНЫХ ВУЗАХ. *So'ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi*, 6(5)
40. Karimovich, N. M., & Bakhtiyarovich, A. D. (2023). EXPERIENCE OF SOIL FERTILIZATION WITH SEWER SLUDGE WASTE WATER IN NAMANGAN REGION. *Научный Фокус*, 1(1), 396-406.
41. Рудзский Г.Г, Кассир А.Х., Негматов М.К. Очистка воды сверхскоростными фильтрами с восходящим потоком. //Межвуз. темат. сб. тр.-Л.: ЛИСИ, 1987. –С.11-15.
42. Г. Рудзский, АН Ким, МК Негматов, ЕГ Ризо. Опытная промышленная линия доочистки сточных вод Колпинского литейно-механического завода. Очистка природных и сточных вод: Тез. док./ВНИИВОДГЕО. Москва, 148-149

43. Негматов М.К., Дадахужаев А.А., Хайдаров Ш. Э. Фильтрация воды с восходящим потоком. // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института. Фергана. 2015. № 3. Стр. 41-42.

44. Negmatov, M., Shumhyi, V. K., & Kovalenko, V. I. (1972). Male sterility of cotton; a review. *Khlopkovodstvo*.

45. Kovalenko V. I. Negmatov M. N. Ataev I. A. Shumny V. K Genetic aspects of propagation systems of species of the Gossypium L. genus and the problem of early ripening of cotton varieties. *Soviet agricultural biology: Part 1: Plant biology*. 1987

46. Шамшидинов, И., Мамаджанов, З., Мамадалиев, А., & Ахунов, Д. (2014). Ангрен каолинларига термик ишлов бериш жараёнини саноат шароитида ўзлаштириш. *ФарПИ илмий-техник журнали.–Фарғона, 4*, 78-80.

47. Bakhriddinov, N. S., & Akhunov, D. B. (2023). Hazards depending on properties of dusts.

48. Мамадалиев, А. Т., & Ахунов, Д. Б. (2023). ДЕЙСТВИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ НАВОДНЕНИИ. *PEDAGOG, 6(3)*, 147-157.

49. Мамадалиев, А. Т., & Ахунов, Д. Б. (2023). МИНЕРАЛОГИЯ, КРИСТАЛЛОГРАФИЯ ВА КРИСТАЛЛОКИМЁ ФАНИ МАВЗУСИНИ ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ АСОСИДА ЎҚИТИШ. *PEDAGOG, 6(3)*,

50. Бахриддинов, Н. С., & Ахунов, Д. Б. (2023). НОВАЯ СИСТЕМА ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИИ. *Modern Scientific Research International Scientific Journal, 1(2)*, 120-130.

51. Sadriddinovich, B. N., & Bakhtiyarovich, A. D. (2023). HAZARDS DEPENDING ON PROPERTIES OF DUSTS. *PEDAGOG, 6(3)*, 544-552.

52. Ахунов, Д. Б., & Парпиев, О. Т. (2023). РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ. *Новости образования: исследование в XXI веке, 1(11)*, 226-235.

53. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). INITIAL MATERIALS AND METHODS FOR INVESTIGATION OF BASALT ROCKS OF THE KUTCHI DEPOSIT. *TA'LIM VA RIVOJLANISH Tahlili onlayn ilmiy jurnali, 3(3)*, 71-75.

54. Akhunov, D. B., & Muxtoraliyeva, M. A. (2022). OQOVA SUVLARNI TOZALASH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISHGA TAVSIYALAR BERISH. *Экономика и социум, (2-1 (93))*, 40-46.

55. Ахунов, Д. Б. (2008). *Стекла и ситаллы на основе базальтов Кутчинского месторождения* (Doctoral dissertation, –технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Ташкент, 2008.–143 с).

56. Ахунов, Д. Б. (2023). КОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМИНИ ЛОЙИХАЛАШ ЖАРАЁНИДА МЕҲНАТ МУҲОФАЗАСИ ҚОИДАЛАРИНИ АСОСЛАШ. *Новости образования: исследование в XXI веке, 1(10)*, 566-574.

57. Ахунов, Д. Б., & Ахатов, Д. Н. (2023). Исследование кристаллизацию расплавленных шихт на основе базальтов. *BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI*, 3(3), 384-389.
58. Ахунов, Д. Б. (2023). КУТЧИ КОНИ БАЗАЛЪТ ЖИНСЛАРИНИ ЎРГАНИШНИНГ ДАСТЛАБКИ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ. *PEDAGOG*, 6(4), 382-390.
59. Ахунов, Д. Б. (2023, March). ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУТЧИ. In *E Conference Zone* (pp. 1-6).
60. Ахунов, Д. Б., & Машрапов, Б. О. (2023). ПРОБЛЕМЫ В СИСТЕМАХ ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НАШЕЙ РЕСПУБЛИКИ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(9), 876-884.
61. Ахунов, Д. Б. Синтез стекол на основе базальтов Кутчинского месторождения. In *Международная конференция по химической технологии: Тез. докл* (Vol.5, pp.63).
62. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). STUDY OF CRYSTALLIZATION OF MELTED CHARGES BASED ON BASALT. *Scientific Impulse*, 1(8), 989-994.
63. Ахунов Данияр Бахтиярович. (2023). ИК-спектроскопические и электронно-микроскопические исследование закристаллизованных стекол. *Scientific Impulse*, 1(9), 1289–1297.
64. Ахунов, Д. Б. (2023). ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЗАКРИСТАЛЛИЗОВАННЫХ СТЕКОЛ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(10), 1045-1052.
65. Ахунов, Д. Б. Машрапов Баходер Олемђановеч. *Проблемы в системах отвода сточных вод промышленных предприятий нашей Республики.. PEDAGOG*, 6(4).
66. Ахунов, Д. Б. (2023). БОСИМ ОСТИДА ИШЛОВЧИ ҚУРИЛМАЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШДА ХАВФСИЗЛИК ТЕХНИКАСИ ТАЛАБЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ. *Научный Фокус*, 1(2), 420-428.
67. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). BASED ON LABOR PROTECTION RULES IN THE PROCESS OF DESIGNING COMMUNICATION SYSTEMS. *SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI*, 6(5), 254-262.
68. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). IK SPECTROSCOPIC AND ELECTRON MICROSCOPIC STUDIES OF CRYSTALLIZED GLASSES. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(10), 537-544.
69. Исматов, А. А., Ахунов, Д. Б., & Ходжаев, Н. Т. (2006). Новые проявления базальтов–сырьё для производства стеклокристаллических изделий. In *Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Труды международной науч. техн. конф* (Vol. 1, pp. 310-312).